



Exposición de niños al mercurio metálico:

Revisión nacional de incidentes de exposición



ATSDR
AND DISEASE REGISTRY

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades
Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades
Grupo de trabajo sobre el mercurio
Febrero de 2009

Exposición de niños al mercurio metálico: Revisión nacional de incidentes de exposición

Informe preparado por:

**La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades y
los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades
Grupo de trabajo sobre el mercurio**

Richard E. Besser, M.D.

Febrero de 2009

Índice

MIEMBROS DEL GRUPO DE TRABAJO	1
1.1. Co-líderes	1
1.2. Miembros	1
2. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS, TERMINOLOGÍA	2
3. APÉNDICE: TABLAS, FIGURAS Y MATERIAL COMPLEMENTARIO	3
4. RESUMEN EJECUTIVO	4
4.1. Introducción	4
4.2. Antecedentes	4
4.3. Objetivo	5
4.4. Métodos	5
4.5. Hallazgos	5
4.6. Discusión y conclusiones	6
5. INTRODUCCIÓN	8
5.1. Directiva del Congreso	8
5.2. Objetivos	8
6. ANTECEDENTES	9
6.1. Formas del mercurio y propiedades del mercurio metálico	9
6.2. Toxicocinética del mercurio metálico	9
6.3. Rutas de exposición al mercurio metálico	10
6.4. Biomarcadores de la exposición al mercurio metálico	10
6.5. Niveles de referencia en los niños estadounidenses	11
6.6. Información general sobre los efectos de la exposición al mercurio metálico en la salud	11
7. MÉTODOS	13
7.1. Fuentes de la información	13
7.2. Criterios para seleccionar los incidentes de exposición	14
7.3. Análisis de artículos científicos	14
7.4. Presentación de los hallazgos	14

8.	HALLAZGOS—FUENTES DE INFORMACIÓN	15
8.1.	ATSDR - Consultas de salud y llamadas al sistema de respuesta de emergencias	15
8.2.	ATSDR - Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas	16
8.3.	Guardia costera de los EE. UU. - Base de datos del Centro Nacional de Respuesta	17
8.4.	Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones - Sistema Nacional de Datos sobre Intoxicaciones	18
8.5.	Asociación de Clínicas Ocupacionales y Ambientales - Unidades especiales de salud pediátrica ambiental	20
8.6.	CDC - Servicio de información clínica	20
8.7.	Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. - Sitios designados del Superfondo y Lista de Prioridades Nacionales	21
8.8.	Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional - Estudio sobre la contaminación del hogar del trabajador	21
9.	HALLAZGOS—ANÁLISIS DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS	22
10.	HALLAZGOS—SITUACIONES DE EXPOSICIÓN	23
10.1.	Exposición en el hogar	23
10.2.	Exposición en la escuela	25
10.3.	Exposiciones en otros lugares	26
11.	LIMITACIONES	28
12.	DISCUSIÓN	29
12.1.	Identificación de las fuentes asociadas a la exposición al mercurio metálico	29
12.2.	Descripción del lugar, el perfil demográfico y la proporción de niños afectados	29
13.	CONCLUSIONES	31
14.	REFERENCIAS	32
15.	APÉNDICE	36

MIEMBROS DEL GRUPO DE TRABAJO

Este informe, titulado “Exposición de niños al mercurio metálico: Revisión nacional de los incidentes de exposición” fue elaborado por la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Los miembros del grupo de trabajo interno cuentan con experiencia en biomonitorización, epidemiología ambiental, medicina, estadísticas, investigación y evaluación de exposiciones, iniciativas estatales, toxicología y manejo de la contaminación ambiental con mercurio.

1.1. Co-líderes

Robin Lee, MPH
ATSDR/División de Estudios de la Salud

Dan Middleton, MD, MPH
ATSDR/División de Estudios de la Salud

1.2. Miembros

Kathleen L. Caldwell, PhD
CDC/División de Ciencias de Laboratorio

Richard A. Nickle, MPH
ATSDR/División de Toxicología y Medicina Ambiental

Steve Dearwent, PhD
ATSDR/División de Estudios de la Salud

Kenneth Orloff, PhD
ATSDR/División de Consulta y Evaluación de Salud

Steven Jones, MS
ATSDR/División de Operaciones Regionales

Meghan Reger
ATSDR/División de Estudios de la Salud

Brian Lewis
ATSDR/División de Estudios de la Salud

John F. Risher, MS, PhD
ATSDR/División de Toxicología y Medicina Ambiental

Carolyn Monteilh, PhD
CDC/División de Riesgos Ambientales
y Efectos en la Salud

Helen S. Rogers, PhD
CDC/División de Riesgos Ambientales y Efectos en la
Salud

Mary Ellen Mortensen, MD, MS
CDC/División de Ciencias de Laboratorio

Michelle Watters, MD, PhD, MPH
ATSDR/División de Operaciones Regionales

2. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS, TERMINOLOGÍA

%	Porcentaje
≤	Menor que o igual a
<	Menor que
AAPCC	Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones
ATSDR	Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades
°C	Grados centígrados
CDC	Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades
CERCLA	Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (Ley de Respuesta Ambiental Integral, Compensación y Responsabilidad, más conocida como “Superfondo”)
CI	Intervalo de confianza
CFL	Bombilla fluorescente compacta
EPA	U.S. Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU.
g/cm ³	Gramos por centímetro cúbico
g	Gramos
HC	Consulta de salud
HSEES	Hazardous Substances Emergency Events Surveillance (Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas)
IDPH	Departamento de Salud Pública de Illinois
LDD	Nivel de detección
MDCH	Departamento de Salud Pública de Michigan
ml	Mililitro
mm	Milímetros
n	Número
NHANES	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
NIOSH	Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional
NPL	National Priorities List (Lista de Prioridades Nacionales con los 1,300 sitios de desechos peligrosos más contaminados)
NRC	Centro Nacional de Respuesta
PEHSU	Pediatric Environmental Health Specialty Units (Unidades especiales de salud pediátrica ambiental)
µg/g	Microgramos por gramo
µg/L	Microgramos por litro
µg/m ³	Microgramos por metro cúbico

3. APÉNDICE: TABLAS, FIGURAS Y MATERIAL COMPLEMENTARIO

Tablas	Título	Página N.o
1	Medias geométricas, percentiles específicos y los correspondientes niveles de intervalo de confianza de 95% (IC) para las concentraciones de mercurio en orina ($\mu\text{g/L}$) de las muestras de niños recogidas por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES).	49
2	Programas federales, estatales y regionales que recogen información sobre la liberación de sustancias peligrosas.	50
3	Información general sobre las consultas de salud a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) concernientes a niños expuestos al mercurio metálico (Hg): Documentadas entre 2002–2007 (N=26).	51
4	Sistema de vigilancia sobre las características de las situaciones de emergencia con sustancias peligrosas (HSEES) -Incidentes reportados con mercurio: 2002–2006.	54
5	Incidentes con mercurio reportados al Centro Nacional de Respuesta, por año: 2002–2007.	55
6	Incidentes con mercurio reportados al Centro Nacional de Respuesta con posible exposición en niños, por tipo de lugar: 2002–2007 (N= 113).	55
7	Número y porcentaje de llamadas a la Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones no relacionadas con incidentes con termómetros, por subclasificaciones mercuriosas: 2002–2006.	56
8	Número y porcentaje de llamadas a la Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones relacionadas con la exposición de personas a termómetros de mercurio: 2002–2006.	57
9	Artículos científicos revisados por pares que reportan exposiciones al mercurio metálico (Hg) que afectaron a niños de los EE. UU.: publicados entre 2002–2007.	58
Figuras	Título	Página N.o
1a	Contaminación con mercurio en paneles del piso de un hogar residencial.	62
1b	Contaminación con mercurio cerca del horno de calefacción de una casa.	62
2	Mapas de los Estados Unidos que ilustran los incidentes con mercurio (Hg) con posible exposición de niños a Hg metálico con base en los informes del Centro Nacional de Respuesta (NRC) y las llamadas por incidentes con Hg metálico a la Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC), por estado.	63
3	Frecuencia de consultas relacionadas con mercurio reportadas a las Unidades especiales de salud pediátrica ambiental (PEHSU) (N=11) en las que se conocía la edad del niño en cuestión (N=225).	64
4	Frecuencia de consultas relacionadas con mercurio reportadas a las Unidades especiales de salud pediátrica ambiental (PEHSU) (N=11) por lugar de la exposición (N=145).	65
Material Complementario	Título	Página N.o
-	Iniciativas que pueden reducir la frecuencia de las exposiciones	66

4. RESUMEN EJECUTIVO

4.1. Introducción

En Franklinville, Nueva Jersey, una edificación industrial utilizada anteriormente para fabricar termómetros de mercurio fue renovada y transformada en una guardería en el 2004 [ATSDR 2007b]. Desafortunadamente, no se hizo una limpieza previa a la renovación del inmueble, lo que dejó contaminación residual de mercurio metálico [ATSDR 2007b]. Este tipo de contaminación puede causar una exposición significativa en los niños y adultos presentes. En esta clase de incidentes de exposición, puede ser necesario realizar evaluaciones médicas y biomonitorización de las personas expuestas. El Congreso ordenó a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) que realizara una investigación más amplia y una caracterización de estas exposiciones.

En la justificación de la asignación presupuestaria para la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades para el año fiscal 2008 se declaró lo siguiente:

Con el presupuesto asignado, la ATSDR debe evaluar la magnitud de la exposición de los niños al mercurio en instalaciones anteriormente industriales y otras fuentes en el país y publicar un informe con sus hallazgos 12 meses después de la promulgación de esta ley. (Consolidated Appropriations Act, 2008 Committee Print of the House Committee on Appropriations on H.R. 2764/Public Law 110-161, page 1278).

La ATSDR elaboró este informe en cumplimiento con esa solicitud.

4.2. Antecedentes

El mercurio se encuentra en forma natural en el ambiente en varios estados. En el aire exterior se han registrado niveles de mercurio de entre 0.006 y 0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. [ATSDR 1999]. El mercurio metálico, también conocido como mercurio elemental o líquido, es un metal particular que a la temperatura ambiente forma un denso líquido plateado. El líquido se puede dispersar y unirse formando gotas pequeñas y brillantes. Estas propiedades inusuales llaman la atención de los niños, por lo que se incrementa la posibilidad de que jueguen con el mercurio [Azziz-Baumgartner et al. 2007; Lowry et al. 1999]

El mercurio líquido tiene una presión de vapor relativamente baja (0.0085 mm mercurio a 25 °C) y se volatiliza lentamente a la temperatura ambiente. El vapor de mercurio se absorbe fácilmente por los pulmones, por lo que la inhalación del mercurio metálico es la ruta de exposición más preocupante. Los efectos en la salud que pueden derivarse de la exposición al mercurio varían con la magnitud, la dosis y la duración de la exposición.

4.3. Objetivo

Para cumplir con la directiva del Congreso, la ATSDR, en colaboración con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), formó el Grupo de Trabajo sobre el Mercurio ATSDR\CDC. Los objetivos del grupo de trabajo fueron:

- 1) identificar las fuentes comunes de exposición de niños al mercurio metálico y
- 2) describir el lugar, el perfil demográfico y la proporción de niños expuestos o potencialmente expuestos al mercurio en los Estados Unidos.

En este documento, el mercurio metálico se refiere al mercurio también conocido como elemental, un líquido plateado que se evapora lentamente a la temperatura ambiente. Este informe excluye específicamente las exposiciones al mercurio en plantas combustibles de carbón, amalgamas dentales, consumo de pescado, incineradores de desechos médicos y vacunas. Estas exclusiones son necesarias para centrar el informe en los incidentes de exposición al mercurio metálico que impulsaron esta directiva del Congreso.

4.4. Métodos

Se buscó información sobre incidentes relacionados con mercurio en los que se documentó exposición (o posible exposición) al mercurio en niños de los Estados Unidos. Se realizó una revisión exhaustiva sobre estos incidentes para identificar y cuantificar las fuentes de exposición más comunes y recientes y para describir el lugar, perfil demográfico y la proporción de niños afectados.

Las fuentes revisadas incluyeron una extensa lista de programas federales, estatales y regionales que recogen información sobre derrames y otras liberaciones de sustancias peligrosas. Una vez seleccionados los incidentes, se indagaron las características de cada uno (p. ej., fuente, lugar y perfil demográfico de los niños afectados).

Las distintas bases de datos con información sobre exposiciones infantiles específicas al mercurio a menudo contienen relativamente pocos detalles. Para complementar la información de estas fuentes de datos, se realizó una búsqueda de los artículos científicos publicados.

El Grupo de Trabajo sobre el Mercurio también revisó iniciativas de prevención y varios recursos informativos para reducir la exposición al mercurio. Esta información se ofrece en el Apéndice como material complementario.

4.5. Hallazgos

Se revisaron bases de datos de salud pública para buscar información relevante sobre incidentes relacionados con exposición al mercurio metálico. La información presentada proviene de cinco fuentes importantes: 1) ATSDR - Consultas de salud y llamadas al sistema de respuesta de emergencias, 2) ATSDR - Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas (HSEES), 3) Guardia costera de los EE. UU - base de datos del Centro Nacional de Respuesta (NRC), 4) Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC) - Sistema Nacional de Datos sobre Intoxicaciones y 5) Asociación de Clínicas Ocupacionales y Ambientales (AOEC) - Unidades especiales de salud pediátrica ambiental (PEHSU).

ATSDR - Consultas de salud y llamadas al sistema de respuesta de emergencias. Del 2002 al 2007, se produjeron 26 consultas de salud por incidentes con exposición o posible exposición de niños al mercurio metálico en el aire. Si bien no siempre son mutuamente excluyentes, el lugar de los incidentes de exposición que se describía con más frecuencia era el hogar (46%; 12 de 26) o la escuela (42%; 11 de 26). Las fuentes de

estas exposiciones al mercurio comprendieron uso o almacenamiento del mercurio en las escuelas, derrame de mercurio de termómetros o esfigmomanómetros rotos, emanación lenta de vapores de mercurio de pisos que contienen un catalizador de mercurio y una fuente desconocida.

ATSDR - Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas. Del 2002 al 2006 ocurrieron 843 incidentes relacionados con mercurio, de los cuales, 409 se clasificaron como posible exposición en niños. Los incidentes con mercurio ocurrieron con más frecuencia en las residencias privadas (75%; 307 de 409). La causa que contribuyó con más frecuencia al incidente fue el error humano (87%; 357 de 409). La categoría del error humano comprende romper o dejar caer termómetros u otros dispositivos o equipo con contenido de mercurio. No se obtuvo el número total de personas expuestas, sin embargo, 21 personas (10 niños) reportaron lesiones o síntomas.

Guardia costera de los EE. UU. - Base de datos del Centro Nacional de Respuesta. El Centro Nacional de Respuesta recibe todos los años entre 25,000 y 30,000 informes sobre incidentes de contaminación y simulacros de respuesta. De los incidentes con mercurio reportados entre el 2002 y el 2007, en 113 hubo una posible exposición en niños. La cantidad de mercurio liberado varió desde menos de 1 ml hasta aproximadamente 1,893 ml.

AAPCC - Sistema Nacional de Datos sobre Intoxicaciones. Entre el 2002 y el 2006 se hicieron 6,396 llamadas a los Centros de Control de Intoxicaciones relacionadas con exposición de niños al mercurio metálico no relacionadas con termómetros rotos. Durante este mismo periodo hubo 30,891 llamadas a los Centros de Control de Intoxicaciones relacionadas con exposición de niños al mercurio por termómetros rotos. Del 2002 al 2006, las llamadas con reportes de niños expuestos a termómetros de mercurio disminuyeron de 10,108 a 2,896. La mayoría de las llamadas no relacionadas con termómetros (93%; 5,966 de 6,396) y las relacionadas con termómetros (98%; 30,287 de 30,891) se clasificaron como incidentes de naturaleza tóxica mínima o no tóxica.

AOEC - Unidades especiales de salud pediátrica ambiental. Entre el 2004 y el 2007, se hicieron 242 llamadas para reportar exposición al mercurio; 120 (50%) se referían a posible exposición en niños varones, 93 (38%) en niñas y en las llamadas restantes 29 (12%) no se precisó el sexo. La mayoría de estas llamadas estuvieron relacionadas con niños menores de siete años de edad.

Análisis de artículos científicos. Diez artículos publicados describían 13 incidentes de contaminación con mercurio resultantes en la exposición de aproximadamente 1,393 niños entre 1998 y el 2004. De ser reportada, la cantidad estimada de mercurio derramado o liberado osciló entre 9 y 701 ml. Las liberaciones más grandes por lo general ocurrieron después de que los niños robaron mercurio de una instalación industrial (aproximadamente 701 ml de mercurio liberado) o de una escuela (30–40 ml de mercurio liberado). En ocho ocasiones, hubo un niño involucrado que había obtenido el mercurio robándolo. El mercurio fue robado de una escuela en seis de 13 de los incidentes (46%), en una ocasión se robó de un consultorio dental (8%) y en otra de una instalación industrial (8%). En casos donde se recogieron muestras biológicas para evaluar la exposición humana al mercurio, no hubo una buena correlación entre los niveles del mercurio de la orina, ni de la sangre, con la presencia o gravedad de los síntomas.[Cherry et al. 2002; Gattineni et al. 2007; Tominack et al. 2002]

4.6. Discusión y conclusiones

La revisión de las fuentes de datos y de los artículos científicos arrojó tres categorías de situaciones de exposición. Las primeras dos categorías son situaciones en el hogar y la escuela, dos lugares comunes de exposición de niños al mercurio metálico. La tercera categoría comprende exposiciones en otros lugares, como clínicas de salud y otros inmuebles donde no se hizo una remediación adecuada. Las fuentes de exposición en el hogar incluyen dispositivos que contienen mercurio, usos del mercurio por motivos

culturales o ceremoniales, calentamiento intencional del mercurio metálico y portación inadvertida de mercurio al hogar desde el lugar de trabajo. Las fuentes más comunes de mercurio metálico en las escuelas son el mercurio almacenado en los laboratorios de ciencias, el mercurio de los instrumentos rotos y el mercurio traído a la escuela desde otros lugares. Además, algunos pisos de gimnasios contienen un catalizador de mercurio que puede liberar vapor de mercurio en el aire. Las exposiciones al mercurio también pueden ocurrir en establecimientos médicos y edificaciones donde se utilizó mercurio en el pasado. Las fuentes incluyen derrames previos de mercurio, mercurio almacenado en inmuebles abandonados y el mercurio encontrado en consultorios médicos o dentales. En algunos casos, el mercurio se traslada a múltiples lugares, lo que hace difícil identificar el sitio donde por primera vez ocurrió la exposición.

Independientemente del lugar de la exposición al mercurio, los niños son los que resultan expuestos con más frecuencia cuando se manipula indebidamente el mercurio o cuando no se limpia adecuadamente el derrame. La situación más frecuente es la exposición a pequeños derrames por termómetros rotos. Sin embargo, las llamadas para reportar este tipo de exposición están disminuyendo. Se han documentado niveles elevados de vapor de mercurio, pero raras veces se reportan efectos demostrados en la salud después de los pequeños derrames de mercurio, como los que provienen de la ruptura de termómetros para medir la fiebre. De todos modos, debe practicarse una limpieza adecuada hasta para los derrames más pequeños.

Limitaciones. El perfil demográfico y la proporción de niños estadounidenses expuestos no se puede cuantificar directamente mediante las variadas fuentes de datos revisadas. La mayoría de las fuentes de datos que recogen información sobre la liberación de sustancias peligrosas no obtienen información en forma sistemática de las personas afectadas. Es más, la duplicación de informes y la notificación poco uniforme de los incidentes por las distintas fuentes de datos y aun dentro de las mismas fuentes hacen poco fiables las estimaciones de la incidencia nacional de exposición al mercurio en los niños.

Ejemplos y recursos para reducir la exposición al mercurio. En la revisión de las iniciativas sobre prevención e información se encontró que varias iniciativas federales y estatales tienen un efecto en la posible exposición infantil al mercurio. Actualmente, 45 estados tienen iniciativas sobre el mercurio. El material complementario del Apéndice describe las iniciativas federales y estatales en curso que constituyen ejemplos de cómo reducir la exposición al mercurio metálico. Se incluye una descripción de las fuentes de información que resulta de utilidad para las organizaciones y personas que busquen información sobre prevención de la exposición al mercurio, medidas apropiadas de respuesta a la contaminación ambiental y evaluación y cuidado de los niños expuestos.

Los informes de casos y las series de casos publicados, a menudo proporcionan información sobre exposición y efectos en la salud, pero están limitados debido a sesgos en la notificación, recolección retrospectiva de datos y cálculos imprecisos sobre la dosis y la duración de la exposición. Pese a sus limitaciones, las fuentes de datos y los artículos científicos revisados en este informe son las mejores fuentes de información reciente disponible sobre exposiciones agudas al mercurio en los Estados Unidos.

5. INTRODUCCIÓN

5.1. Directiva del Congreso

En años recientes, se han documentado incidentes de contaminación con mercurio en residencias particulares y guarderías situadas en edificaciones que en el pasado funcionaron como instalaciones industriales que utilizaban mercurio. La contaminación residual en estos lugares puede producir una exposición significativa en las personas presentes y requerir de una limpieza muy costosa [Baughman 2006; NJDEP 2008; SHP 2003].

Uno de estos incidentes se reportó en Franklinville, Nueva Jersey, en el 2006 [ATSDR 2007b]. Una edificación utilizada anteriormente como fábrica de termómetros de mercurio fue renovada y transformada en una guardería. La contaminación residual con mercurio metálico en el inmueble ocasionó un incidente de exposición al mercurio. Muchos niños que habían pasado tiempo en la guardería requirieron de evaluación médica y biomonitorización.

El Congreso ordenó a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) que realizara una investigación más amplia y una caracterización de estas exposiciones. La exposición de motivos de la asignación presupuestaria para la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) para el año fiscal 2008 declaró que:

Con el presupuesto asignado, la ATSDR debe evaluar la magnitud de la exposición de los niños al mercurio en instalaciones anteriormente industriales y otras fuentes en el país y publicar un informe con sus hallazgos 12 meses después de la promulgación de esta ley. (Consolidated Appropriations Act, 2008 Committee Print of the House Committee on Appropriations on H.R. 2764/Public Law 110-161, page 1278).

Para cumplir con la directiva del Congreso, la ATSDR, en colaboración con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), formó el Grupo de Trabajo sobre el Mercurio ATSDR\CDC.

5.2. Objetivos

Los objetivos del Grupo de Trabajo sobre el Mercurio fueron:

- 1) identificar las fuentes asociadas a la exposición de niños al mercurio y
- 2) describir el lugar, el perfil demográfico y la proporción de niños expuestos o potencialmente expuestos al mercurio en los Estados Unidos.

El Grupo de Trabajo sobre el Mercurio elaboró un informe sobre las exposiciones al mercurio metálico que ocurren típicamente cuando los niños inhalan vapor de mercurio relacionadas con:

- desecho o daños en dispositivos de mercurio (p. ej., termómetros o bombillas);
- emanación lenta de vapores de mercurio de materiales de pisos;
- cercanía a instalaciones industriales o sitios de desechos peligrosos contaminados con mercurio;
- reutilización de inmuebles industriales contaminados con mercurio;
- contaminación residencial causada por prácticas culturales o religiosas y
- liberación de mercurio almacenado en laboratorios escolares de ciencias o en establecimientos de salud.

El Grupo de Trabajo sobre el Mercurio no analizó las exposiciones al mercurio asociadas a plantas combustibles de carbón, amalgamas dentales, consumo de pescado, incineradores de desechos médicos y vacunas que contienen tiomersal. Tampoco se concentró en los efectos del mercurio metálico en la salud.

6. ANTECEDENTES

6.1. Formas del mercurio y propiedades del mercurio metálico

El mercurio es un elemento que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre. Su presencia en el medio ambiente es el resultado de procesos naturales y de actividades humanas.

Sus tres formas químicas son:

- 1) mercurio metálico (también llamado mercurio líquido o elemental);
- 2) compuestos inorgánicos de mercurio, que incluyen compuestos comunes formados por cationes monovalentes y divalentes de mercurio (p. ej., cloruro mercurioso, cloruro mercúrico, acetato mercúrico y sulfuro de mercurio); y
- 3) compuestos orgánicos de mercurio, que más comúnmente se encuentran bajo la forma de metilmercurio o etilmercurio [ATSDR 1999; Clarkson 2002].

El mercurio metálico es un metal único que a temperatura ambiente forma un denso líquido plateado (densidad = 13.534 g/cm³). El líquido se puede dispersar y unirse formando gotas pequeñas y brillantes. Estas propiedades inusuales llaman la atención de los niños, por lo que se incrementa la posibilidad de que jueguen con el mercurio [Azziz-Baumgartner et al. 2007; Lowry et al. 1999]. El mercurio líquido tiene una presión de vapor relativamente baja (0.0085 mm de mercurio a 25°C) y se volatiliza lentamente a temperatura ambiente. Los derrames de mercurio en ambientes interiores que no se limpian adecuadamente pueden liberar vapores de mercurio en el aire durante semanas o hasta años [ATSDR 1999]. El calentamiento del mercurio produce una concentración de mercurio aerotransportado más elevada y potencialmente mortal, en especial en ambientes interiores [Putman and Madden 1972; Solis et al. 2000; Taueg et al. 1992].

6.2. Toxicocinética del mercurio metálico

El vapor de mercurio se absorbe fácilmente por los pulmones, por lo que la inhalación del mercurio metálico es la ruta de exposición más preocupante [Hursh et al. 1976]. Aunque los niños a veces se tragan el mercurio metálico, este no se absorbe bien en un tracto gastrointestinal en estado normal. En estudios con animales, menos del 0.01% del mercurio metálico ingerido fue absorbido [WHO 1991]. La absorción dérmica del mercurio metálico también es una ruta de exposición relativamente menor. Cuando se realizó una exposición a vapor de mercurio en voluntarios, el índice de absorción estimado a través de la piel fue aproximadamente 2% del índice de absorción a través de los pulmones [Hursh et al. 1989].

Después de su absorción, el mercurio metálico se distribuye a la mayoría de los tejidos y se concentra mayormente en los riñones [Barregard et al. 1999; Hursh et al. 1976]. El mercurio metálico se oxida en su mayor parte en formas inorgánicas y se excreta por los riñones [Sandborgh-Englund et al. 1998]. Inicialmente, las concentraciones en la sangre disminuyen durante una fase de eliminación relativamente rápida y su semivida es de aproximadamente 1 a 3 días. Esta fase rápida es seguida de una fase de eliminación más lenta, con una semivida de 1 a 3 semanas [Barregard et al. 1992; Sandborgh-Englund et al. 1998]. Los niveles máximos de mercurio en orina pueden ser inferiores a los niveles máximos en sangre durante unos días a unas cuantas semanas [Barregard et al. 1992]; después de esto, los niveles de mercurio en orina se reducen y tienen una semivida de 1 a 3 meses [Jonsson et al. 1999; Roels et al. 1991].

6.3. Rutas de exposición al mercurio metálico

La exposición al mercurio se da por distintas rutas. Estas exposiciones ocurren por derrames o manipulación indebida del mercurio en hogares, escuelas y otros sitios. Si bien algunos instrumentos que contienen mercurio son cada vez menos comunes en los hogares, esta sustancia sigue siendo parte de artículos caseros como: termómetros, barómetros, termostatos, bombillas, interruptores de luz y reguladores de gas natural. Hasta una pequeña cantidad de mercurio en un termómetro regular (0.5 a 3.0 g de mercurio o 0.04 a 0.22 ml de mercurio) puede crear condiciones peligrosas si se llega a derramar y no se limpia en forma correcta [Smart 1986; von Muhlendahl 1990]. Por ejemplo, pasar la aspiradora puede dispersar más el mercurio metálico, incrementando el riesgo de inhalación y diseminación de la contaminación. El nivel de riesgo mínimo establecido por la ATSDR para la inhalación crónica del mercurio es 0.2 µg/m³ [ATSDR 1999]

Algunas religiones caribeñas y curanderos populares utilizan mercurio con fines religiosos o ceremoniales [Wendroff 2005]. Estos usos ceremoniales pueden consistir en aplicar mercurio en la piel, verterlo en velas o rociarlo en la casa. El mercurio metálico se dispersa fácilmente a manera de microesferas que se depositan en alfombras, muebles, grietas del piso y otros materiales porosos (Figura 1a, 1b). El mercurio que se pasa de habitación en habitación produce contaminación generalizada en toda la casa. Estas prácticas pueden causar exposición en los practicantes de los ritos y sus niños. Después de que se derrama en espacios interiores, el mercurio puede permanecer durante meses y hasta años [Carpi and Chen 2001]. Por esta razón, el uso ceremonial del mercurio en las casas también puede causar exposición a los futuros ocupantes de los inmuebles y sus hijos. En algunos casos, la contaminación con mercurio es tan extensa que no es posible limpiarla a fondo y la edificación debe demolerse [Orloff et al. 1997].

Hay informes que indican exposición de niños a vapores de mercurio de los materiales de pisos de poliuretano en algunas escuelas.[ATSDR 2003, 2004] Además, los laboratorios científicos de las escuelas pueden almacenar mercurio metálico y varios tipos de instrumentos con mercurio, como termómetros y barómetros. El mercurio metálico tiene propiedades físicas particulares que atraen a los niños. Los niños de mayor edad pueden obtener mercurio robándoselo de escuelas, edificaciones abandonadas y otros sitios. Los niños que se llevan el mercurio a casa podrían jugar con él y compartirlo con sus amigos, contaminando otros hogares.

En ocasiones, las minas abandonadas y las operaciones de recuperación de metales preciosos presentan una extensa contaminación con mercurio metálico, especialmente en el oeste de los Estados Unidos. En lugares como estos, las grandes cantidades de mercurio metálico mezclado con el suelo pueden exponer a los niños que merodean por ahí [Rytuba 2000].

Si bien los niños no enfrentan una exposición habitual al mercurio en lugares de trabajo en funcionamiento, algunas antiguas instalaciones industriales que utilizaron mercurio están siendo transformadas en unidades habitacionales o en guarderías. Las obras inadecuadas de remediación de estos inmuebles pueden ocasionar una exposición significativa. [ATSDR 1998, 2007b] Los sitios de trabajo actuales también pueden representar un peligro si los trabajadores se llevan a su casa mercurio sin saberlo, en su ropa o zapatos, ocasionando una exposición en los miembros de su familia [Hudson et al. 1987].

6.4. Biomarcadores de la exposición al mercurio metálico

Después de ser absorbido, el mercurio metálico se convierte en mercurio inorgánico y se excreta en la orina. Por lo tanto, los niveles de mercurio en la orina constituyen el indicador más apropiado para determinar la exposición al mercurio metálico y son los más fáciles de interpretar [ATSDR 1999]. Los niveles de mercurio en la orina se suelen analizar en serie para asegurarse de que la exposición ha cesado.

La cantidad de mercurio en la sangre a veces se mide durante los primeros tres días que siguen a la exposición, porque los niveles de mercurio alcanzan su nivel más alto en la sangre antes que en la orina

[ATSDR 1999]. Sin embargo, la presencia de mercurio orgánico en la dieta alimentaria de una persona complica la interpretación de los niveles de mercurio en la sangre [Clarkson 2002] y pocos laboratorios comerciales hacen una diferenciación de los distintos tipos de mercurio que detectan en la sangre.

El mercurio también se puede medir en el cabello. Sin embargo, estas pruebas detectan principalmente el mercurio orgánico [Aposhian et al. 1992; ATSDR 2001c; Cianciola et al. 1997; Kingman et al. 1998] y no son útiles para evaluar exposiciones recientes al mercurio metálico.

6.5. Niveles de referencia en los niños estadounidenses

El Centro Nacional de Estadísticas de Salud de los CDC realiza la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) para evaluar el estado de salud y nutrición de la población civil estadounidense no institucionalizada (internada en centros sanitarios). Los datos de la NHANES proporcionan niveles de referencia del mercurio en niños estadounidenses y marcadores de exposición de la población general. Estos datos son muestras representativas basadas en un complejo diseño probabilístico multietápico [CDC 2007].

La encuesta NHANES del periodo 2003–2004 midió los niveles de mercurio en orina de los participantes de seis años de edad en adelante. En los niños de seis a 11 años de edad, la media geométrica¹ fue 0.254 µg/L (95% de intervalo de confianza [CI]: 0.213–0.304) y 0.358 µg/L (95% CI: 0.313–0.408) en los niños de 12 a 19 años de edad [CDC 2005c, 2007]. La Tabla 1 proporciona más información sobre los niveles de referencia del mercurio en orina.

En el periodo 2001–2002, la NHANES midió los niveles de mercurio en la sangre de niños pequeños (de uno a cinco años de edad). La media geométrica fue 0.32 µg/L (95% CI: 0.27–0.38), y el percentil 95 fue de 1.2 µg/L (95% CI 0.9–1.6) [CDC 2005c].

Los niveles de referencia del mercurio en orina establecidos por la NHANES son similares a los niveles basales de mercurio en orina registrados en niños alemanes [Link et al. 2007].

6.6. Información general sobre los efectos de la exposición al mercurio metálico en la salud

Los efectos en la salud por la exposición al mercurio varían en función de la magnitud, la dosis y la duración de la exposición. Los niños son más sensibles al mercurio y por tanto enfrentan mayor riesgo que los adultos a ciertas exposiciones [ATSDR 1999; Rogers et al. 2007]. Los niños respiran más rápido y tienen una superficie pulmonar más grande en relación a su peso corporal, en comparación con los adultos, lo que implica una dosis de mercurio más alta por unidad de peso corporal. Los niños tienen una estatura menor que los adultos y realizan actividades como gatear o jugar en el suelo. En consecuencia, respiran en zonas más cercanas al suelo, donde los niveles de vapor de mercurio son más altos. Más adelante se describen los tipos de efectos en la salud de acuerdo con la duración de la exposición (aguda o crónica).

Los efectos en la salud por inhalar concentraciones muy elevadas de mercurio son principalmente de índole respiratoria [ATSDR 1999; EPA 2002]. Estos efectos pueden consistir en neumonitis, bronquiolitis, edema pulmonar y hasta la muerte [ATSDR 1999; Solis et al. 2000; Taueg et al. 1992].

¹ La media aritmética simple no es adecuada para expresar un “promedio” si las observaciones no tienen una distribución normal. La obtención de algunas cifras altas o bajas podría hacer que se perciba un “promedio” que no refleja las condiciones reales. En tales situaciones, los estadísticos consideran la media geométrica como la medida de tendencia central más apropiada.

La exposición al vapor de mercurio (p. ej., 10–100 µg/m³) durante periodos prolongados puede producir efectos neuroconductuales, como cambios en el humor y temblores. La exposición crónica también puede causar hipertensión y disfunción del sistema nervioso autónomo [WHO 2003]. Los niveles bajos de mercurio en la orina (p. ej., <5 µg/L orina) no han sido asociados a efectos neurocognitivos en niños [Bellinger et al. 2006; DeRouen et al. 2006].

La exposición al mercurio también se ha vinculado a la acrodinia (dolor en las extremidades), un síndrome inusual que se considera resultado de la hipersensibilidad al mercurio [Caravati et al. 2008; von Muhlendahl 1990; Warkany 1966; Wossmann et al. 1999]. La acrodinia es más común en los niños pequeños, los cuales presentan síntomas inespecíficos como calambres en las piernas, irritabilidad, enrojecimiento y descamación de la piel de las manos, la nariz y los pies [Tunnessen et al. 1987]. Este síndrome era más común en el pasado, cuando tenían un uso generalizado los productos que contenían mercurio como laxantes, remedios en polvo para aliviar las molestias de la dentición y enjuagues para pañales [Tunnessen et al. 1987].

No siempre hay una correlación entre la dosis de la exposición y los efectos en la salud. Además, si bien se han documentado niveles elevados de vapor de mercurio, raras veces se reportan efectos demostrados en la salud después de los derrames pequeños de mercurio, como los que resultan de los termómetros rotos para medir la fiebre. Se puede encontrar información adicional sobre los efectos en la salud en la reseña toxicológica del Mercurio preparada por la ATSDR [ATSDR 1999] y las fichas sobre el mercurio de la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional de la Organización Mundial de la Salud [WHO 2003].

7. MÉTODOS

Se buscó información sobre incidentes relacionados con mercurio en los que se documentó exposición (o posible exposición) al mercurio en niños de los Estados Unidos. Se realizó una revisión exhaustiva sobre estos incidentes para identificar y cuantificar las fuentes de exposición más comunes y recientes y para describir el lugar, perfil demográfico y la proporción de niños afectados.

El Grupo de Trabajo sobre el Mercurio también revisó varias iniciativas de prevención y recursos informativos. Esta información se ofrece en el Apéndice como material complementario.

7.1. Fuentes de la información

Las fuentes revisadas incluyeron una extensa lista de programas federales, estatales y regionales que recogen información sobre derrames y otras liberaciones de sustancias peligrosas. Inicialmente, se compiló una lista de bases de datos y entidades de salud pública que capturan información sobre exposición al mercurio y sus efectos en la salud (Tabla 2). Después, los miembros del grupo de trabajo identificaron al personal clave de cada fuente de información y se pusieron en contacto con él.

Muchas de las fuentes de información dependen de las notificaciones que hacen los particulares a las autoridades reguladoras, concernientes a liberaciones o derrames. La información sobre la naturaleza y la extensión de estas liberaciones está limitada por las posibles implicaciones con respecto a la remediación y la responsabilidad legal. La sección de hallazgos evalúa y presenta las limitaciones de cada fuente de información (“8. Hallazgos—Fuentes de información”).

7.2. Criterios para seleccionar los incidentes de exposición

De cada fuente de información se obtuvieron incidentes relacionados con mercurio en los que se documentó exposición (o posible exposición) de niños en los Estados Unidos. Para la preparación de este informe, se tomaron en cuenta las siguientes directrices en la selección de incidentes significativos de liberaciones o derrames de mercurio (incidentes de exposición).

En primer lugar, el periodo estudiado fue generalmente entre el 2002 y el 2007. Pese a que este periodo representa la información disponible más actualizada sobre incidentes de exposición, las fechas fueron un tanto flexibles para ajustarse a las diferencias entre las fuentes de información y la totalidad de la información reportada. En algunas instancias, se utilizaron datos de un periodo más largo para incluir los correspondientes incidentes. El periodo de tiempo estudiado es reportado por cada fuente de información.

En segundo lugar, el incidente ocurrió en territorio continental de los Estados Unidos, Alaska, Hawái o Puerto Rico.

Por último, el incidente expuso o afectó posiblemente a un niño (o niños) de 18 años de edad o menos. Aun cuando se intentó averiguar sobre los incidentes en que había niños de 18 años de edad o menos, estas edades fueron en cierta medida flexibles para ajustarse a las diferencias entre las fuentes y la totalidad de la información reportada. Si la fuente de información no contenía datos sobre la edad de las personas expuestas o afectadas, el lugar donde ocurrió el incidente pasaba a ser el factor determinante. Esto es, el incidente se incluyó en el informe si se dio en un lugar que se considerara frecuentado por niños (p. ej., una escuela de educación primaria o secundaria, una guardería o una residencia privada).

Una vez seleccionados los incidentes, se indagaron las características de cada uno (p. ej., fuente, lugar y perfil demográfico de los niños afectados). Las fuentes de datos practican una metodología distinta para reportar incidentes y la información disponible también difiere en contenido y especificaciones. Con el fin de obtener características razonablemente comparables de los incidentes con mercurio, de cada incidente se recogió la información que aparece a continuación, cuando estaba disponible:

- año y fecha del incidente,
- ubicación del incidente (estado, ciudad),
- tipo de lugar (p. ej., guardería),
- forma de mercurio liberado,
- cantidad de mercurio liberado,
- número de niños con posible exposición,
- edades de los niños afectados,
- duración estimada de la exposición,
- posibles causas que contribuyeron a la liberación o derrame,
- vapores de mercurio registrados y
- niveles de mercurio en sangre u orina.

La sección de hallazgos proporciona una descripción detallada de la información disponible por fuente de información (“8. Hallazgos—Fuentes de información”).

7.3. Análisis de artículos científicos

Las distintas bases de datos con información sobre exposiciones infantiles específicas al mercurio a menudo contienen relativamente pocos detalles. Para complementar la información de estas fuentes de datos, se realizó una búsqueda de los artículos científicos publicados.

La búsqueda de artículos científicos se realizó en PubMed y Web of Science, para obtener informes publicados sobre exposición de niños al mercurio. La búsqueda se limitó a las exposiciones ocurridas en los Estados Unidos. Los términos de búsqueda fueron “mercurio elemental”, “mercurio metálico” o “mercurio líquido”. Solo se revisaron las publicaciones entre enero del 2002 y diciembre del 2007. Se excluyeron las que mencionaban niveles de mercurio en orina de niños sin que documentaran un incidente de exposición.

7.4. Presentación de los hallazgos

Los hallazgos se presentan en tres grandes secciones. La primera sección (“8. Hallazgos —Fuentes de información”) identifica las fuentes de información, describe los datos y resume la información aplicable. La segunda sección (“9. Hallazgos—Análisis de artículos científicos publicados”) presenta los resultados de la revisión de los artículos científicos publicados. La tercera sección (“10. Hallazgos—Situaciones de exposición”) utiliza la información reportada en las primeras dos secciones en combinación con otros informes de caso para caracterizar los sitios habituales de exposición. En esta sección se incluyen las situaciones específicas para ilustrar las exposiciones habituales en cada tipo de lugar.

8. HALLAZGOS—FUENTES DE INFORMACIÓN

Se revisaron bases de datos de salud pública para buscar información relevante sobre incidentes relacionados con exposición al mercurio metálico. La información presentada proviene de cinco fuentes importantes: 1) ATSDR - Consultas de salud y llamadas al sistema de respuesta de emergencias, 2) ATSDR - Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas (HSEES), 3) Guardia costera de los EE. UU - base de datos del Centro Nacional de Respuesta (NRC), 4) Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC) - Sistema Nacional de Datos sobre Intoxicaciones y 5) Asociación de Clínicas Ocupacionales y Ambientales (AOEC) - Unidades especiales de salud pediátrica ambiental (PEHSU).

Las tres bases de datos restantes se describen brevemente, pese a que no contenían información significativa para este informe: 1) CDC - Servicio de información clínica (*Clinical Information Service*), 2) Agencia de Protección Ambiental - Sitios designados del Superfondo y Lista de Prioridades Nacionales, 3) Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional - - Estudio sobre la contaminación del hogar del trabajador (*Worker's Home Contamination Study*).

8.1. ATSDR - Consultas de salud y llamadas al sistema de respuesta de emergencias

La ATSDR es la principal agencia federal responsable de implementar las disposiciones en materia de salud de la Ley de Respuesta Ambiental Exhaustiva, Compensación y Responsabilidad Pública y sus enmiendas. Bajo esta legislación, la ATSDR evalúa el impacto que tiene en la salud pública la liberación de sustancias peligrosas en el ambiente. La evaluación de los incidentes relacionados con mercurio se hace de distintas maneras. La ATSDR recibe numerosas solicitudes de investigación de incidentes de exposición al mercurio. Pese a que algunas solicitudes no se registran en forma sistemática, algunas quedan documentadas como Consultas de Salud a la ATSDR y otras como llamadas de respuesta a emergencias.

Se revisaron las Consultas de salud para identificar los incidentes que documentaban posible exposición de niños al mercurio. Los incidentes se seleccionaron si se había registrado una ruta completa de exposición aérea al mercurio con una posible exposición en niños.

Entre los años 2002 al 2007, la ATSDR y sus socios de los acuerdos de cooperación estatal realizaron consultas de salud para 26 incidentes de exposición o posible exposición aérea al mercurio metálico en niños (Tabla 3). Estos incidentes tuvieron lugar entre el 2001 y el 2006. El grado de riesgo de estas exposiciones dependió de factores como la concentración de mercurio en el aire y la frecuencia y duración de la exposición. De estos 26 incidentes, dos niños tuvieron posible exposición en más de un lugar. Catorce de los 26 incidentes (54%) se clasificaron como riesgos de salud pública. Si bien no siempre son mutuamente excluyentes, el lugar de los incidentes de exposición que se describía con más frecuencia era el hogar (46%; 12 de 26) o la escuela (42%; 11 de 26). Dos de los 26 incidentes (8%) ocurrieron en establecimientos médicos, uno en una guardería (4%) y uno en un automóvil (4%). Las fuentes de estas exposiciones al mercurio comprendieron uso o almacenamiento del mercurio en las escuelas, derrame de mercurio de termómetros o esfigmomanómetros rotos, emanación lenta de vapores de mercurio de pisos que contenían un catalizador de mercurio y una fuente desconocida.

Se calcula que la cantidad notificada de mercurio liberado en estos 26 incidentes de exposición oscilaba entre 9 y 700 ml. Las máximas concentraciones de mercurio en el aire de ambientes interiores oscilaron entre 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y más de 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se practicó una biomonitorización en niños que se pensó habían sufrido exposición en 11 incidentes. Las concentraciones de mercurio en sangre oscilaban entre niveles menores al nivel de detección y 29 $\mu\text{g}/\text{L}$. En orina, las concentraciones oscilaron entre niveles menores al nivel de detección y 18 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina. El nivel de detección fue distinto en cada incidente. El intervalo aproximado entre la exposición y la recolección de orina para analizar fue de 6 a 20 días.

Además de estas consultas de salud, se reciben llamadas de emergencia por parte de las autoridades estatales y locales de salud, funcionarios ambientales, proveedores de atención médica y el público en general. Del 2000 al 2007, el personal de respuesta a emergencias de la ATSDR respondió a más de 3,000 solicitudes de investigación de incidentes, de las cuales, 459 fueron por incidentes con mercurio. La mayoría de los incidentes ocurrió en entornos residenciales (44%; 203 de 459) y en escuelas (13%; 60 de 459). Estas llamadas las hicieron con más frecuencia los ciudadanos particulares (31%; 143 de 459); muchas llamadas se referían a la limpieza de derrames de mercurio (38%; 175 de 459) o a preguntas de la salud con relación a la exposición al mercurio (35%; 159 de 459).

Debido al número relativamente bajo de incidentes con mercurio documentados por las consultas de salud de la ATSDR (n=26), en comparación con el número de llamadas concernientes al mercurio que recibió el personal de respuesta a emergencias de la ATSDR (n=459), puede ser que las consultas de salud no sean representativas de los incidentes con mercurio a nivel nacional.

8.2. ATSDR - Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas

La ATSDR creó el sistema de vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas o HSEES, por sus siglas en inglés (www.atsdr.cdc.gov/HS/HSEES) para recoger información sobre la liberación no controlada o ilegal de sustancias peligrosas [ATSDR 2007a]. Las liberaciones de sustancias químicas durante más de 72 horas se consideran liberaciones crónicas y no se incluyen en la base de datos del HSEES.

Varios departamentos estatales de salud pública de los Estados Unidos notifican liberaciones de sustancias químicas al sistema de vigilancia HSEES. La información recogida incluye tipo de emisiones, cantidad de sustancias químicas liberadas, lugar del incidente (residencia privada, escuela, etc.), información sobre las personas con síntomas o lesiones (“víctimas”) y las posibles causas conocidas que hayan contribuido al incidente. El sistema de vigilancia HSEES no registra directamente el número de personas expuestas durante una liberación de sustancias químicas. Sin embargo, mediante el uso de los datos sobre las víctimas y la información adicional de naturaleza opcional se puede calcular el número de personas expuestas.

Las posibles causas que contribuyen a la liberación se categorizan como daños en equipo, error humano, liberación intencional o ilegal o causa desconocida. La categoría del error humano comprende romper o dejar caer termómetros u otros dispositivos o equipo con contenido de mercurio. La liberación intencional o ilegal de sustancias químicas incluye los incidentes en los cuales se informó que había niños jugando con mercurio.

Los incidentes documentados por el sistema de vigilancia HSEES del 2002 al 2006 se incluyeron en esta compilación si había una posible exposición de niños al mercurio metálico (información no publicada del HSEES) (Tabla 4). Los niños se definieron como personas de 19 años de edad o menos. Los incidentes en los que la liberación solo figuró como una amenaza fueron omitidos. Los incidentes se seleccionaron si ocurrieron en una residencia privada, en una escuela primaria o secundaria o en cualquier otro lugar donde se documentara que hubo posible exposición de niños, que resultaron lesionados o que manifestaron síntomas asociados a la exposición al mercurio.

La base de datos del sistema de vigilancia HSEES contenía 843 incidentes con mercurio de un total de 41,709 incidentes en los cuales se reportó la liberación de sustancias peligrosas, de enero del 2002 a diciembre del 2006. El mercurio constituyó la única sustancia tóxica derramada en 824 de estos incidentes; los 19 incidentes restantes con mercurio incluyeron la liberación de al menos otra sustancia peligrosa. Aproximadamente, la mitad del total de incidentes con mercurio identificado (n=409) se clasificó como de posible exposición en niños. Los 409 incidentes que posiblemente afectaron a niños fueron exclusivamente con mercurio.

Estos incidentes se reportaron en 17 estados; solo 12 estados participaron durante el periodo completo del 2002 al 2006. Los demás estados participaron durante 2 o 4 años (Tabla 4).

Los 409 incidentes que posiblemente afectaron a niños se clasificaron con más frecuencia como de no volatilización o derrames exclusivos (88%; 360 de 409). La volatilización del mercurio se observó en seis de los 409 incidentes (2%) como liberación aérea y en 40 incidentes (10%) como una combinación de derrame y liberación aérea. En uno de los 409 incidentes se registró presencia de fuego (<1%). Si bien el mercurio líquido tiene una presión de vapor relativamente baja y se volatiliza lentamente a temperatura ambiente, es probable que hubo cierta volatilización en algunos o todos los incidentes que se catalogaron como derrames exclusivos. Los incidentes con mercurio ocurrieron con más frecuencia en las residencias privadas (75%; 307 de 409). La causa que contribuyó con más frecuencia al incidente fue el error humano (87%; 357 de 409).

En 68 de los 409 incidentes (17%), se ordenaron evacuaciones. La mediana del número de personas evacuadas por incidente fue de 20, con un rango de 1 a 1,505 personas (no se muestran los datos). El número total de personas expuestas durante estos 409 incidentes no fue registrado por el sistema de vigilancia HSEES. Cinco niños presentaron niveles elevados de mercurio en sangre u orina. Los biomarcadores de mercurio no se notifican de manera habitual al HSEES.

El uso de la información del HSEES para elaborar un informe sobre las exposiciones de niños al mercurio metálico tiene sus limitaciones. La base de datos del HSEES tiene como propósito aumentar la capacidad de los departamentos estatales de salud para la vigilancia de liberaciones agudas de sustancias peligrosas y para iniciar o mejorar las actividades preventivas adecuadas. El HSEES no fue creado para enumerar y caracterizar los incidentes de exposición al mercurio que afectan a los niños. La información sobre la edad solo la recoge el HSEES si la persona reporta síntomas o requiere de seguimiento médico; por esta razón, es probable que la información del HSEES subestime el número de niños expuestos. La magnitud de la exposición es difícil de determinar dado que la cantidad de mercurio liberado o derramado a menudo se reporta como un rango y no como una cantidad específica. De ahí que no es posible contar con cálculos confiables sobre la cantidad promedio de mercurio liberado. Por último, la notificación de incidentes relacionados con el mercurio al HSEES no es uniforme en todos los estados participantes. Los estados con iniciativas de prevención contra la exposición al mercurio puede ser que reporten más incidentes relacionados con mercurio que aquellos que no cuentan con tales iniciativas (ver material complementario) [MDEQ 2007; MPCA 2006]. Por ejemplo, el énfasis que pusieron Michigan y Minnesota para prevenir exposiciones al mercurio puede haber aumentado el nivel de concientización y la notificación de estos incidentes. Por último, el HSEES notifica liberaciones agudas; no se incluyen los incidentes en los cuales hubo exposición continua al mercurio durante un largo periodo.

8.3. Guardia costera de los EE. UU. - Base de datos del Centro Nacional de Respuesta

La legislación federal estipula que la liberación o el derrame de una libra (33 ml, aproximadamente 2 cucharadas) o más de mercurio en el ambiente se debe notificar al gobierno federal (Código 40 de Regulaciones Federales [CFR] 302.4). La agencia principal para notificar estos incidentes es el Centro Nacional de Respuesta (NRC) que opera la Guardia Costera de los EE. UU. para el Equipo de Respuesta Nacional, en el marco del Plan de Contingencia Nacional para Derrames de Petróleo y Sustancias Peligrosas (40 CFR 300) (www.nrc.uscg.mil/nrcback.html).

El Centro Nacional de Respuesta recibe entre 25,000 y 30,000 informes anuales sobre incidentes de contaminación y simulacros de respuesta. Para identificar los incidentes a incluir en este informe, se descargó la información del sitio web del NRC correspondiente a los años 2002 al 2007 y se formularon preguntas mediante el programa de software estadístico SAS 9.1. Los incidentes relacionados con mercurio se identificaron según a) el número de CAS (*Chemical Abstracts Service*) registrado como "007439-97-6" (que denota un derrame de mercurio) o b) la mención de la palabra "mercurio" en el nombre del material

derramado, la descripción del incidente, la descripción de las acciones de remediación o la información adicional proporcionada. Un total de 825 incidentes se ajustaron a esta definición entre el 2002 y el 2007 (Tabla 5). Las exposiciones reales pueden haber ocurrido antes del año en que se notificó el derrame.

Para evaluar el número de incidentes en que hubo una posible exposición de niños al mercurio, se realizaron dos búsquedas adicionales en los 825 incidentes con mercurio. Primero, las escuelas y las guarderías siempre se seleccionaban como los lugares donde había posible exposición en niños, para lo cual se buscaban las palabras “escuela” o “guardería” en la descripción del incidente, el lugar o en la sección de información adicional. Segundo, en las secciones de descripción del incidente y de información adicional se hicieron búsquedas de 11 palabras o partes de palabras que representan términos utilizados comúnmente para describir a los niños (como bebé, niño pequeño, niño, adolescente). De los incidentes con mercurio reportados en un periodo de seis años, 113 (14%; 113 de 825) fueron incidentes en los cuales hubo una posible exposición en niños.

La Tabla 5 resume el número de incidentes con mercurio y el número de incidentes en que probablemente hubo niños expuestos. No se reportó el lugar del incidente en 45 (40%) de los 113 incidentes en los que hubo probable exposición en niños. Unos cuantos incidentes indicaron más de un lugar de exposición. Si solo se dio el nombre de la calle, se utilizó la categoría “otro” para describir el lugar del incidente (Tabla 6).

Para comparar las cantidades de mercurio liberado en los distintos incidentes, la cantidad se expresó en ml de mercurio. La cantidad de mercurio liberado varió desde menos de 1 ml hasta aproximadamente 1,900 ml. Por ejemplo, en un incidente ocurrió un incendio, donde se liberaron aproximadamente 200 ml de mercurio en una escuela. No se informó si había niños presentes durante este incidente.

De los 113 incidentes donde hubo una posible exposición en niños, cinco personas resultaron lesionadas y cinco fueron hospitalizadas. No está claro si las cinco personas lesionadas eran las mismas que fueron hospitalizadas. Los estados que notificaron el mayor número de incidentes con posible exposición en niños fueron Kentucky, Michigan, Misisipi y Ohio (Figura 2). En 27 incidentes hubo evacuación de personas. Estas evacuaciones ocurrieron en varios lugares, incluso en casas y escuelas.

Los informes del NCR presentan las condiciones iniciales de cada incidente de acuerdo con los informes que por lo general presenta la persona que causó el derrame. Los detalles de este tipo de informes iniciales a menudo no se conocen o no se ofrecen de manera voluntaria, lo que genera errores u omisiones en la información que se reporta. Además, los derrames de mercurio que atraen la atención de los medios de comunicación y las iniciativas estatales sobre la seguridad con el mercurio pueden llevar a un aumento en el número de notificaciones y una descripción más detallada. No siempre se especifica el tipo de mercurio, lo que lleva a una posible clasificación errónea de las exposiciones al mercurio. Debido a que el NRC no recoge sistemáticamente la edad de las personas expuestas, la información sobre los niños solo se conocía cuando se ofrecía voluntariamente. Los análisis de estos incidentes están limitados por estos factores.

8.4. Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones - Sistema Nacional de Datos sobre Intoxicaciones

El Sistema Nacional de Datos sobre Intoxicaciones de la Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC) contiene información ingresada en tiempo real por 61 de los 62 Centros de Control de Intoxicaciones de los EE. UU. (www.aapcc.org/dnn/NPDS/tabid/65/Default.aspx). Las notificaciones son pasivas y voluntarias, esto es, ocurren cuando una persona llama para reportar una exposición presunta o conocida a una sustancia química. Los especialistas de los Centros de Control de Intoxicaciones recogen datos demográficos básicos, información sobre la sustancia química y ruta de exposición, así como los efectos clínicos reportados que se asocian al caso. De acuerdo con la naturaleza de la llamada, un especialista consulta una lista preelaborada de sustancias químicas y selecciona los signos y síntomas de un listado de 131 efectos clínicos. La AAPCC clasifica como niños a las personas de 19 años de edad y menos.

Entre el 2002 y el 2006, la AAPCC recibió aproximadamente 12 millones de llamadas. De estas llamadas, 15,739 estaban relacionadas con el mercurio (Tabla 7) pero no estuvieron asociadas a termómetros rotos. La mayoría de estas llamadas se refería a incidentes de exposición al mercurio metálico (91%; 14,378 de 15,739). Las llamadas concernientes a niños (n=6,396) constituyeron el 44% (6,396 de 14,378) de las llamadas sobre mercurio metálico. Si bien muchas llamadas especificaban exposición dérmica o ingestión, este tipo de exposiciones también implicaba la posibilidad de exposición respiratoria. Michigan e Illinois registraron el mayor número de llamadas a la AAPCC para notificar posible exposición de niños al mercurio (Figura 2).

La AAPCC también recibe un gran número de llamadas sobre termómetros de mercurio rotos. Los tipos de termómetros de mercurio comprenden: común de mercurio, basal, máxima-mínima (*high/low*), oral para tomar la fiebre, rectal para bebé, de cristal amarillo y de mercurio metálico. Desde el 2002, las llamadas para reportar exposiciones a mercurio por termómetros continúan disminuyendo (Tabla 8). En el 2002, se registraron 10,108 llamadas sobre niños expuestos a mercurio de termómetros. El número de llamadas se redujo a 2,896 en el 2006.

Entre el 2002 y el 2005, el 93% o más de las exposiciones a mercurio en niños no relacionadas con termómetros se clasificaron como no intencionales. En el 2006, el porcentaje de exposiciones no intencionales descendió a 80% (758 de 948). Esta reducción probablemente fue resultado de un solo incidente en el cual la AAPCC recibió 157 llamadas sobre exposición intencional de niños adolescentes a mercurio metálico. Las 157 llamadas se hicieron el mismo día en el mismo estado.

La AAPCC también registra los efectos en la salud previstos por la exposición. Estos efectos se clasifican en menores, moderados, mayores, sin seguimiento y sin posibilidad de seguimiento [Bronstein et al. 2007]. La AAPCC describe los efectos menores como aquellos que incluyen síntomas con molestias mínimas y que por lo general desaparecen rápidamente. Los efectos moderados son más pronunciados y de una naturaleza más generalizada. Los efectos mayores son aquellos que pueden poner en riesgo la vida, desfigurar o producir discapacidad. No se hizo un seguimiento de las llamadas cuando la exposición a la sustancia fue mínima o no tóxica, la cantidad de contaminante liberado era insignificante o no era probable que la ruta de exposición produjera un efecto clínico. Entre el 2002 y el 2006, la mayoría de las llamadas no relacionadas con termómetros (93%; 5,966 de 6,396) y con termómetros (98%; 30,287 de 30,891) se registraron como llamadas sin seguimiento. Cinco de 6,396 llamadas (<1%) concernientes a niños se referían a incidentes que podrían haber producido un efecto mayor. Todas estas cinco llamadas no estaban relacionadas con termómetros. Las llamadas relacionadas con termómetros de mercurio no reportaron efectos mayores en la salud.

La importancia de los datos de la AAPCC reside en que hace una clasificación entre las llamadas que representan un incidente de exposición humana real y otras llamadas, por ejemplo, de personas que solo solicitan información. Las limitaciones de la información se refieren a la naturaleza pasiva e incompleta en la forma de reportar y a una falta general de vigilancia de la exposición humana o ambiental. Además, no está claro cuántas de las llamadas notifican incidentes de exposición distintos, ya que por ejemplo, una exposición en una escuela puede hacer que varios padres de familia llamen a la vez a la AAPCC. La atención de los medios de comunicación a un incidente de exposición al mercurio y las iniciativas estatales sobre la seguridad con el mercurio (ver Material complementario) probablemente influyen en la concientización del público y en la notificación de incidentes sobre este metal a la AAPCC.

8.5. Asociación de Clínicas Ocupacionales y Ambientales - Unidades especiales de salud pediátrica ambiental

La Asociación de Clínicas Ocupacionales y Ambientales mantiene la red de Unidades especiales de salud pediátrica ambiental (PEHSU), para ofrecer consultas a profesionales de atención médica y padres en relación con situaciones de salud ambiental que puedan afectar a sus niños y familias (www.aoec.org/PEHSU.htm). Once de las 13 clínicas de PEHSU están ubicadas en los Estados Unidos.

Antes del 2004, la búsqueda de información en la red PEHSU no era fácil de llevar a cabo. Por esta razón, solo se realizaron búsquedas en los incidentes registrados en el periodo de abril del 2004 a septiembre del 2007. La base de datos no diferencia las llamadas sobre mercurio metálico, inorgánico y orgánico. La base de datos incluye edad, género, fecha de la llamada y región de la PEHSU. De las 2,910 llamadas a la PEHSU entre el 2004 y el 2007, 242 se referían a exposiciones al mercurio. Ciento veinte (50%) se referían a niños varones con posible exposición, 93 (38%) a niñas y en las 29 llamadas restantes (12%) no se identificó el sexo. La edad de los niños se registró en 225 llamadas; la mayoría de estas llamadas concernían a niños menores de siete años (Figura 3). El porcentaje más alto de llamadas sobre niños pequeños puede deberse a la atención que pone la red PEHSU en este grupo.

Desde abril del 2006, la base de datos también incluyó datos sobre la persona que llamaba (padre, médico, etc.) y el lugar de la exposición, identificado como guardería, casa, área pública, escuela, sitio de desechos o desconocido. La red PEHSU recibió 145 llamadas durante un periodo de 18 meses, de abril del 2006 a septiembre del 2007. En 108 de las 145 llamadas (74%), el padre de familia fue la persona que hizo la llamada sobre la posible exposición en su niño. Los lugares más comunes de exposición que se identificaron fueron la casa y las guarderías (Figura 4).

Estos datos son limitados porque la información se notifica de forma pasiva e incompleta y por la falta general de información sobre la vigilancia ambiental o de la exposición humana. Además, no es muy claro cuántas de estas llamadas pueden referirse a un mismo incidente. La atención de los medios de comunicación a un incidente de exposición al mercurio y la implementación de iniciativas estatales sobre la seguridad con el mercurio (ver Material complementario) probablemente influyen en la concientización del público y la notificación de los incidentes con este metal a la red PEHSU.

8.6. CDC - Servicio de información clínica

El Centro Nacional de Marketing en Salud de los CDC recauda información sobre las llamadas que se hacen al centro de llamadas consolidadas de la agencia (1-800-CDC-INFO), un servicio que ofrece información de salud al público, proveedores de atención médica y otros profesionales (www.emergency.cdc.gov/coca/800cdcinfo.asp). La información recabada se limita solo a la pregunta que se recibió y la respuesta estándar (prelaborada) que se proporcionó. No se recoge información sobre detalles específicos de la llamada. Además, se ofrece más de una respuesta prelaborada a la persona que llama, si esta hace preguntas sobre otros temas, y cada combinación de pregunta y respuesta se cuenta de manera individual.

No se lleva un registro de la información sobre el número de personas que posiblemente han sido afectadas por el incidente que motivó la llamada. En general, la información de CDC-INFO no fue suficiente para caracterizar la fuente, el lugar y la distribución de las exposiciones al mercurio. Por lo tanto, no se consideraron sus datos en este informe.

8.7. Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. - Sitios designados del Superfondo y Lista de Prioridades Nacionales

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) es una agencia federal que realiza actividades científicas, investigativas y educativas sobre el medio ambiente y la evaluación de sitios. La misión de la EPA es proteger la salud y el bienestar de las personas y el ambiente. Para analizar los incidentes con mercurio para este informe, se utilizaron dos bases de datos del programa del Superfondo de la EPA: el sitio web del Sistema de Información del Superfondo (<http://cfpub.epa.gov/supercpad/cursites/srchsites.cfm>) y el sitio de búsqueda de la Lista de Prioridades Nacionales (NPL) (<http://www.epa.gov/superfund/sites/query/advquery.htm>). Ambas bases de datos contienen información sobre sitios específicos evaluados bajo el programa del Superfondo.

La información sobre los sitios que contienen mercurio en varios medios se puede buscar por nombre del sitio, lugar y categoría en la lista NPL. La información disponible incluye una evaluación para determinar si hubo exposición humana y si la exposición fue controlada. Las bases de datos mencionadas no ofrecen información cuantificable sobre la cantidad de mercurio liberado o el número de niños con posible exposición. Algunos de estos sitios tienen enlaces a los sitios web de la EPA y de otras agencias (p. ej., ATSDR) que pueden ofrecer más información. Estos enlaces no resultaron prácticos para la elaboración de este informe, por la inversión en tiempo y recursos que requerían. Por lo tanto, en este informe no se consideró ninguna de las bases de datos de la EPA.

8.8. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional - Estudio sobre la contaminación del hogar del trabajador

La misión del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) es proteger la salud y la seguridad de los trabajadores. Por lo tanto, la mayor parte de las actividades de NIOSH se ocupa de las exposiciones de los adultos en los sitios de trabajo. Sin embargo, ocasionalmente se incluye información sobre exposición relacionada con los niños, si estos frecuentan el lugar de trabajo (como escuelas y algunas clínicas de salud).

Además, las acciones de los trabajadores adultos pueden afectar la exposición y la salud de los niños con los que tienen contacto afuera del sitio de trabajo. En 1995, NIOSH publicó un informe para el Congreso sobre la contaminación en los hogares de los trabajadores [NIOSH 1995]. Este reporte también resumió la información disponible sobre la exposición al mercurio en los hijos de los trabajadores. De acuerdo con el mismo, la concentración aérea de mercurio en los hogares de los trabajadores osciló entre 0.02 µg/m³ y 50 µg/m³. La información del informe de NIOSH tiene potencial relevancia, pero precede al periodo evaluado por el grupo de trabajo (2002–2007) y no satisface el criterio de selección para el presente informe. Por lo tanto, no se consideró para este reporte.

9. HALLAZGOS—ANÁLISIS DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS

Entre los años 2002 y 2007, 10 informes publicados reunieron los criterios de inclusión descritos en la sección de metodología (7.3. Análisis de artículos científicos publicados) (Tabla 9) [Azziz-Baumgartner et al. 2007; Baughman 2006; CDC 2005a, b; Cherry et al. 2002; CNN 2003; Gattineni et al. 2007; Gordon 2004; Hryhorczuk et al. 2006; Johnson 2004; Tominack et al. 2002]

Estas 10 publicaciones describieron 13 incidentes que expusieron a aproximadamente 1,393 niños entre 1998 y el 2004 (Tabla 9). En dos de estos incidentes no se reportó el año de la exposición. Los niños expuestos tenían de dos a 18 años de edad. Las exposiciones ocurrieron en casas, automóviles, escuelas y autobuses escolares. En ocho ocasiones, hubo un niño involucrado que había obtenido el mercurio robándolo. El mercurio fue robado de una escuela en seis de 13 de los incidentes (46%), en una ocasión se robó de un consultorio dental (8%) y en otra de una instalación industrial (8%). Posteriormente, el mercurio se dispersó o se vendió a otros niños. En el momento de la notificación, la cantidad calculada de mercurio derramado o liberado osciló entre 9 y 701 ml. Los incidentes en que se notificaron las liberaciones más grandes, por lo general ocurrieron después de que los niños robaran mercurio de una instalación industrial (aproximadamente 701 ml de mercurio liberado) o de una escuela (30–40 ml de mercurio liberado). Cuando obtenían el mercurio de una escuela, por lo general jugaban con el material en las mismas instalaciones y luego en el hogar, lo que daba como resultado exposición en múltiples lugares.

En otros cuatro informes, la exposición que se produjo fue por el mercurio guardado en el hogar. Las fuentes del mercurio comprendieron instrumentos con mercurio, derrames anteriores y mercurio almacenado en la casa. La posible fuente de exposición más grande en el hogar fue el derrame de mercurio de los reguladores de gas. En una publicación se calculó que hubo derrames de mercurio en 1,363 casas [Hryhorczuk et al. 2006]. Si bien es probable que hubiera exposición en muchos niños, no se cuenta con información para determinar realmente cuántos estuvieron expuestos en estos 1,363 hogares.

Aunque las edades de los niños expuestos oscilaron entre los dos y los 18 años, los jóvenes adolescentes fueron el grupo de edad que obtuvo mercurio con más frecuencia. En función de los síntomas clínicos y la disponibilidad de las pruebas de laboratorio, a muchos niños se les hicieron pruebas de biomarcadores para determinar la exposición al mercurio inorgánico. Los resultados oscilaron entre menos de 0.20 a más de 1,000 $\mu\text{g}/\text{L}$ en la orina y menos de 4 y 295 $\mu\text{g}/\text{L}$ en la sangre. No se ha hecho una buena correlación entre los niveles de mercurio en orina o sangre y la gravedad de los síntomas [Cherry et al. 2002; Gattineni et al. 2007; Tominack et al. 2002].

10. HALLAZGOS—SITUACIONES DE EXPOSICIÓN

Para una descripción más detallada de los tipos de exposición que puede haber al mercurio metálico, se presentan tres categorías de situaciones posibles de exposición. El planteamiento de estas situaciones es para ilustrar la naturaleza y el efecto de estos incidentes en la salud pública. Cada situación describe la fuente de exposición y proporciona información adicional sobre el número de niños afectados. Algunas de estas situaciones también ilustran la manera en que los síntomas inespecíficos, combinados con los antecedentes de exposición ambiental, pueden ayudar a los proveedores de atención médica a identificar las exposiciones al mercurio.

Las primeras dos categorías son situaciones en el hogar y la escuela, dos lugares comunes de exposición de los niños al mercurio metálico. La tercera categoría comprende exposiciones en otros lugares, como clínicas de salud y otros inmuebles donde no se hizo una remediación adecuada. En algunas situaciones, el mercurio metálico se lleva o se transporta a múltiples lugares, lo que dificulta ubicar el lugar de la exposición primaria.

Estos casos son ejemplos de situaciones de exposición que han ocurrido. No se pueden generalizar las características de las situaciones individuales de exposición ni sus consecuencias asociadas a la salud.

10.1. Exposición en el hogar

Las fuentes de exposición en el hogar incluyen dispositivos con contenido de mercurio, usos del mercurio por motivos culturales o ceremoniales, calentamiento intencional del mercurio metálico y portación inadvertida de mercurio al hogar desde el lugar de trabajo. Estos ejemplos se muestran en las situaciones siguientes.

Dispositivos con contenido de mercurio. La exposición más frecuente al mercurio ocurre por derrames asociados a la ruptura de termómetros, barómetros y otros instrumentos médicos o científicos utilizados en la casa. Las situaciones de exposición más comunes son las de los termómetros de mercurio rotos. En la gran mayoría de los casos, se reportan bajos niveles de vapor de mercurio. Baughman [2006] concluyó que los termómetros de mercurio rotos rara vez producen niveles de vapor de mercurio superiores a 1 µg/m³. Es importante limpiar adecuadamente todos estos derrames [Chrysochoou et al. 2003].

En un ejemplo ocurrido en Suiza, un bebé de 11 meses de edad fue objeto de una evaluación médica debido a que presentaba síntomas inespecíficos como agitación, hinchazón en manos y pies (con descamación de la piel), sudoración profusa y tendencia repetida a morder objetos o sus propias manos [Chrysochoou et al. 2003]. Durante los tres meses siguientes, el crecimiento del bebé se estancó y le sobrevino taquicardia e hipertensión arterial. Después de una hospitalización y una evaluación médica exhaustiva, se le preguntó a los padres sobre una posible exposición al mercurio. Los padres confirmaron que cuatro semanas antes de la aparición de los síntomas, el mercurio de un termómetro roto se derramó en la alfombra y para limpiarlo le pasaron la aspiradora. Con base en los síntomas, los hallazgos físicos y el antecedente de exposición ambiental, se diagnosticó acrodinia. Con el tiempo, los síntomas del bebé desaparecieron y su crecimiento y desarrollo se normalizó.

En un incidente similar, un niño de 9 años de edad fue llevado a un hospital, por síntomas de letargia, dolor en las extremidades e inestabilidad [Rennie et al. 1999]. El examen físico del niño mostró debilidad facial leve, arreflexia, ataxia y falta de sensibilidad. También sufría hipertensión. Una investigación reveló que tres meses antes, el niño había desmantelado en su habitación un esfigmomanómetro que contenía mercurio, lo que resultó en el derrame de mercurio en la cama y la alfombra. Los esfigmomanómetros contienen por lo general 11 ml de mercurio, aunque las cantidades pueden variar [Caravati et al. 2008]. Al descubrir el derrame de mercurio, sus padres intentaron limpiarlo en vano con la aspiradora. Posteriormente, los funcionarios del departamento de salud tuvieron que sacar ropa, sábanas y alfombras de la habitación. Para

los trabajos de limpieza de la habitación, se aplicó durante tres meses un sistema de filtrado que absorbe el vapor de mercurio para extraer los vapores residuales. En los seis meses subsiguientes, el niño volvió poco a poco a su estado premórbido.

Existen informes sobre otras fuentes de exposición al mercurio metálico en el hogar, aunque estas ocurren con menos frecuencia. Antes de 1961, la mayoría de los medidores de gas natural y los reguladores de presión residenciales se colocaban en el interior de las casas en algunas partes de los Estados Unidos. Cada regulador de gas contenía unos 10 ml de mercurio. Después de 1961, con la llegada de otras tecnologías, la industria comenzó a colocar los reguladores afuera. Como resultado, durante la década de 1980 las compañías proveedoras de gas comenzaron a reubicar los medidores y reguladores de presión afuera de las casas. En el año 2000, el propietario de una casa cerca de Chicago encontró mercurio en el sótano de su casa después de que el medidor y el regulador del gas fueron cambiados de lugar. El propietario llamó al centro regional de intoxicaciones, lo que marcó el inicio de una operación de respuesta que terminó involucrando a dos estados, cuatro compañías de gas natural, seis agencias estatales, dos agencias federales y 500,000 hogares y negocios [ATSDR 2001a; Hryhorczuk et al. 2006]. Lo más probable es que hubo derrames de mercurio en las casas durante la reinstalación de los reguladores en el exterior de las residencias.

Para evaluar la posibilidad de más derrames de mercurio relacionados con la reubicación de los reguladores de gas, se formó un grupo de trabajo con representantes de agencias de salud pública federal, estatal y local así como del gobierno local, centros de salud y tres compañías de suministro de gas. El grupo de trabajo elaboró protocolos para evaluar las casas y caracterizar el riesgo. Si los datos indicaban que las concentraciones en las casas superaban $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se comenzaban las tareas de limpieza y se ofrecían evaluaciones médicas gratuitas a sus habitantes. Si la concentración excedía $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se les ofrecía una vivienda temporal (mientras durara la limpieza) y se les instaba a que se hicieran evaluaciones médicas [ATSDR 2001a].

De acuerdo con un análisis completado al cabo de la operación de respuesta, la probabilidad de contaminación residencial superior al nivel alcanzado con la limpieza después de la remoción del regulador de gas osciló entre 0.9/1,000 y 4.3/1,000 casas y varió en función de la compañía de gas [Hryhorczuk et al. 2006]. Esta operación de respuesta se ha convertido en años recientes en un modelo para enfrentar problemas similares en otras áreas metropolitanas. También sentó las bases para una guía de operaciones de campo elaborada por la EPA.

Usos culturales o ceremoniales. Algunos practicantes de ciertas religiones caribeñas y latinoamericanas, como el vudú, la santería, el palo y el espiritismo, utilizan mercurio en sus ceremonias [EPA 2002; Johnson 1999; Newby et al. 2006; Wendroff 2005; Zayas and Ozuah 1996]. Los usos ceremoniales del mercurio pueden consistir en aplicarlo en la piel, verterlo en velas o rociarlo alrededor de la casa. Estas prácticas pueden causar exposición en los practicantes de los ritos y sus familias. Debido a que la contaminación con mercurio en la casa persiste durante años, los usos ceremoniales del mercurio en el hogar pueden exponer a los futuros ocupantes del inmueble y a sus niños, contribuyendo a las desigualdades de salud en estas poblaciones.

Informes previos han documentado el uso ceremonial del mercurio en vecindarios de mayoría hispana [JSI 2003; Ozuah et al. 2003; Rogers et al. 2008; Rogers et al. 2007; Zayas and Ozuah 1996]. El Instituto de Estudios en Salud Ambiental John Snow, Inc. [2003] dio a conocer una encuesta de 898 personas, la mayoría de ellas de origen latinoamericano o caribeño. En esta encuesta, 344 de 898 personas (38%) reportaron que habían utilizado o conocían a alguien que usó mercurio con fines religiosos, espirituales o médicos. Garetano et al. [2008] encontraron que los niveles de vapor de mercurio eran más altos en las áreas de uso común de las residencias que pertenecían a comunidades en las que probablemente se utilizaba el mercurio en prácticas culturales que en las áreas de control donde era inusual el uso del mercurio para estos fines. Sin embargo, todos los niveles de vapor de mercurio observados por Garetano et al. [2008] estaban por debajo del nivel mínimo de riesgo por la inhalación crónica del mercurio metálico establecido por la ATSDR [ATSDR

1999]. Una evaluación de la exposición realizada por Rogers et al. [2007] analizó los niveles de mercurio en la orina de 306 niños que vivían en un área donde se solía vender mercurio para usos rituales. Pese a que no fue evidente la relación entre el uso ritual y la exposición al mercurio, Rogers et al. [2007] concluyeron que persisten riesgos potenciales a la salud cuando el mercurio es más fácil de conseguir. En un estudio similar, se midieron los niveles de mercurio en la orina de 100 niños que residían en un área donde se vendía mercurio metálico para realizar prácticas religiosas. Cinco por ciento de estos niños presentaron niveles de mercurio en la orina por encima de 5 µg/L [Ozuah et al. 2003; Zayas and Ozuah 1996].

Calentamiento intencional del mercurio. En raras ocasiones, ha habido informes sobre calentamiento de mercurio metálico en el hogar. Como se observó anteriormente, el calentamiento del mercurio produce concentraciones más altas de mercurio en el aire (que pueden ser mortales), especialmente en espacios cerrados, como una casa [Putman and Madden 1972; Solis et al. 2000; Taueg et al. 1992].

En un informe publicado, seis niños sufrieron exposición a vapor de mercurio cuando sus padres intentaron extraer mineral de oro calentando mercurio metálico en una cocina mal ventilada [Solis et al. 2000]. Todos los seis niños presentaron elevados niveles de mercurio en la orina (variación 45 – 575 µg/L). Dos de los niños se encontraban en la cocina y fueron los que estuvieron expuestos a los niveles más altos de vapor de mercurio. Pocas horas después, estos dos niños presentaron síntomas respiratorios que hacían suponer una neumonía, hasta que se conocieron los antecedentes de la exposición ambiental. Un niño murió de insuficiencia respiratoria y el otro se recuperó.

Del lugar de trabajo a la casa. El estudio de NIOSH [1995] sobre la contaminación del hogar del trabajador encontró que las concentraciones aéreas de mercurio en las casas de los trabajadores oscilaron entre 0.02 µg/m³ y 50 µg/m³. El límite recomendado por la ATSDR en el aire que se respira en la zona de una casa después de un derrame de mercurio metálico es de <1 µg/ m³ [ATSDR 2001a]. Pese a que el estudio de NIOSH precede el periodo analizado por el presente informe, los hallazgos indican que los trabajadores pueden llevar mercurio de su trabajo a la casa sin saberlo.

10.2. Exposición en la escuela

Las fuentes más comunes de mercurio metálico en las escuelas son el mercurio almacenado en los laboratorios de ciencias, el mercurio de los instrumentos rotos y el mercurio traído a la escuela desde otros lugares. Además, algunos pisos de gimnasios contienen un catalizador de mercurio que puede liberar vapor de mercurio en el aire. A continuación se presentan los informes de caso para ilustrar estas dos situaciones.

Uso indebido del mercurio por estudiantes. En el invierno del 2004, 854 alumnos de una escuela de educación media sufrieron exposición al mercurio metálico [Azziz-Baumgartner et al. 2007; Burgess 2007]. Un estudiante había encontrado un recipiente con mercurio en una bodega y lo mantuvo en su casa durante varias semanas. Posteriormente, el estudiante llevó a la escuela unos 60 ml de mercurio y varios niños jugaron con el metal (p. ej., se lo arrojaban entre ellos o lo hacían rodar por el suelo).

Solo se recuperó una tercera parte del mercurio de 60 ml. Los niveles del vapor de mercurio en la escuela eran más elevados cerca de los casilleros (50 µg/m³). Los niveles de vapor de mercurio en los espacios interiores eran más altos que los niveles de fondo en otros edificios de Nevada (0.010–0.040 µg/m³). De los 854 alumnos que tuvieron una posible exposición, 200 completaron un expediente de antecedentes de exposición y proporcionaron muestras de orina. En general, los niveles de mercurio ajustados por la creatinina fueron inferiores al valor de comparación [2007] reportado por Azziz-Baumgartner et al. (3.99 µg/L). La media del nivel de mercurio de todos los estudiantes analizados fue 0.36 µg/L (rango 0.14–11.4 µg/L).

Los estudiantes que reportaron exposición al mercurio (n=66) tenían niveles de mercurio significativamente más altos que los que no. Aquellos que tocaron el mercurio o que se les untó en la ropa (n=64) también mostraron niveles significativamente más altos que los que no. Las personas no reportaron síntomas con frecuencia y ningún estudiante requirió tratamiento médico de urgencia.

Vapores de mercurio en los pisos escolares. En la mayoría de las situaciones, los niños están expuestos al mercurio metálico por el uso indebido o el manejo inadecuado del mercurio o de los dispositivos que lo contienen. Sin embargo, entre las décadas de 1960 y 1980, muchas escuelas en los Estados Unidos instalaron pisos sintéticos que contenían un catalizador de mercurio. Un fabricante indicó que había instalado más de 25 millones de libras de pisos de poliuretano en los últimos 40 años. En la fórmula de preparación del poliuretano para recubrir pisos se utilizaba un catalizador con mercurio; el producto final por lo general contenía de 0.1% a 0.2% de mercurio [ATSDR 2003]. Estas superficies liberan lentamente vapor de mercurio, particularmente de áreas dañadas. Los departamentos de salud de Ohio [ATSDR 2003], Michigan y Oregón [ATSDR 2003, 2004, 2006] realizaron las primeras investigaciones de salud pública. Las concentraciones aéreas de mercurio en un gimnasio pueden variar. Un distrito escolar reportó vapor de mercurio de 0.79 a 1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [ATSDR 2003]. Otra escuela notificó de 0.042 a 0.050 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la zona de respiración [ATSDR 2004]. Esta variación es probablemente un factor que tiene muchas características, como el equipo que se utiliza para el muestreo ambiental, el tamaño del piso, los daños en el material del piso y la ventilación.

10.3. Exposiciones en otros lugares

Las exposiciones al mercurio también pueden ocurrir en establecimientos médicos y edificaciones donde se utilizó mercurio en el pasado. Las fuentes incluyen derrames previos de mercurio, mercurio almacenado en inmuebles abandonados y mercurio encontrado en consultorios médicos o dentales. En algunos casos, el mercurio se transporta o se acarrea a múltiples lugares, lo que dificulta identificar el lugar de la exposición primaria.

Contaminación industrial previa con mercurio. En la mayoría de las situaciones, la reutilización de inmuebles industriales no deriva en exposición infantil al mercurio. Sin embargo, un auge en el rediseño de sitios industriales para otros usos aumenta las probabilidades de que ocurran estas situaciones en el futuro.

Una situación con este tipo de exposición ocurrió en Hoboken, Nueva Jersey [Orloff et al. 1997]. Un edificio que anteriormente se utilizaba para fabricar lámparas de vapor de mercurio fue convertido en un conjunto de condominios residenciales. Después de mudarse al edificio, los habitantes informaron que vieron gotas de mercurio en el horno y los mostradores superficies de sus cocinas. Las investigaciones mostraron charcos de mercurio en el contrapiso y los correspondientes niveles elevados de mercurio en el aire de todo el edificio.

Los investigadores midieron las concentraciones de mercurio en la orina de 29 habitantes del edificio, seis de los cuales eran niños menores de 9 años de edad. Los niveles de orina oscilaron entre 4.8 y 133 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina. Todos los ocupantes del edificio fueron reubicados junto con las pertenencias que no estaban contaminadas. Debido a la extensa contaminación de mercurio, las tareas de descontaminación no dieron buenos resultados y el edificio tuvo que ser demolido.

Una situación similar ocurrió en Franklinville, Nueva Jersey, donde se abrió una guardería en el 2004. La guardería se situaba en un edificio donde anteriormente se fabricaban termómetros de mercurio. Para el 2006, la guardería fue cerrada después de que las muestras ambientales de áreas ocupadas por niños registraron niveles elevados de mercurio metálico en muestras superficiales (<0.02 a 0.25 $\mu\text{g}/\text{superficie}$) y de aire (7.0 a 11.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) [ATSDR 2007b].

Después del cierre de la guardería, agencias federales y estatales analizaron muestras de orina de 91 niños y 13 miembros del personal para medir sus niveles de mercurio. Para efectos de comparación, se

utilizó un valor guía de 5 µg/g creatinina. En la primera ronda de pruebas de detección, aproximadamente un tercio de los niños presentó niveles de mercurio en la orina más altos que el valor de comparación. Las pruebas seriadas confirmaron que los niveles elevados de mercurio en la orina disminuyeron con el tiempo a concentraciones por debajo del valor de comparación. Esto demostró que la vía de exposición al mercurio quedó interrumpida tras el cierre de la guardería. Se revisaron los expedientes médicos de 22 de los participantes que proporcionaron muestras de orina. No se encontraron evidencias de efectos en la salud relacionados con el mercurio en los expedientes de 21 de los 22 participantes. En el caso de un niño, sus registros médicos mostraron ciertos indicativos de trastornos posiblemente relacionados, pero no de manera específica, con la exposición al mercurio. Las afecciones del niño se curaron varios meses después de dejar de asistir a la guardería [ATSDR 2007b].

Además de la exposición que pueden tener por la reutilización de inmuebles industriales con una remediación inadecuada, los niños han estado expuestos a mercurio metálico almacenado en instalaciones industriales abandonadas. El siguiente es un ejemplo en el cual los niños sustrajeron mercurio metálico de un antiguo sitio industrial. Esta situación también muestra que las tres categorías de exposición por lugar no son mutuamente excluyentes.

Dos adolescentes de Texarkana, Arkansas, se llevaron una gran cantidad de mercurio de una planta abandonada de fabricación de letreros de neón [Lowry et al. 1999]. Se calcula que el mercurio pesaba entre 23 y 100 libras (770 a 3,300 ml). Uno de los adolescentes se llevó mercurio a su casa y le dio una parte a otros niños. Funcionarios de salud que investigaban el incidente detectaron contaminación con mercurio en 12 residencias, una tienda de abarrotes y un salón de clases. Los ocupantes de varias casas altamente contaminadas fueron reubicados durante las obras de remediación. Una casa y un apartamento estaban tan contaminados que no fue posible realizar una remediación. Ambas estructuras fueron demolidas. De las personas analizadas para determinar su nivel de mercurio en la sangre y la orina, las concentraciones en orina llegaron a alcanzar un elevado nivel de 66.6 µg/g creatinina y en la sangre fueron tan altas como 104 µg/L. Una evaluación neuroconductual de ocho de las personas expuestas no pudo establecer una relación entre las exposiciones al mercurio y los resultados de las pruebas.

Equipo médico con contenido de mercurio. En los consultorios médicos y dentales puede ocurrir un manejo inadecuado del mercurio y del equipo que lo contiene. En uno de estos ejemplos, se derramó mercurio de un esfigmomanómetro [ATSDR 2001b]. Un paciente que presencié los intentos por limpiar este derrame reportó el incidente al Centro de Control de Intoxicaciones. El departamento de salud estatal y la EPA respondieron al incidente y midieron las concentraciones del nivel de mercurio en las zonas de respiración, donde alcanzaron entre 45 y 50 µg/m³ en algunas áreas. En el consultorio, donde se atendía a niños y adultos, también se observaron gotitas visibles y pequeños charcos de mercurio. Los pacientes y el personal fueron desalojados de las áreas contaminadas y se contrataron los servicios profesionales de una empresa de limpieza ambiental para llevar a cabo la remediación.

11. LIMITACIONES

La información disponible sobre las exposiciones infantiles al mercurio varía entre las fuentes de datos analizadas para este informe. Como se observó anteriormente, cada fuente tiene sus propias limitaciones. Estas fuentes de datos se diseñaron para documentar liberaciones peligrosas de sustancias químicas tóxicas; no se recoge de manera habitual la información sobre posibles exposiciones en niños. Es más, la duplicación de informes y la notificación poco uniforme de los incidentes por las distintas fuentes de datos y aun dentro de las mismas fuentes (p. ej., entre los estados que reportan a la red HSEES) hace poco fiables las estimaciones de la incidencia nacional de exposición al mercurio en los niños.

Las preocupaciones en torno a la responsabilidad personal por haber causado un derrame o por tener que realizar la limpieza pueden influir en la naturaleza y la totalidad de la información reportada. Los derrames en residencias privadas pueden estar subreportados debido a que sus ocupantes no están conscientes de este peligro para la salud y de la necesidad de notificar al Centro Nacional de Respuesta los derrames de más de 1 libra (33 ml, aproximadamente 2 cucharadas). Los informes de casos y las series de casos publicados, a menudo proporcionan información sobre exposición y efectos en la salud, pero están limitados debido a sesgos en la notificación, recolección retrospectiva de datos y cálculos imprecisos sobre la dosis y la duración de la exposición. Por estos motivos, las frecuencias descritas no son generalizables. Además, es probable que los artículos publicados tiendan a tener un sesgo inclinado hacia la notificación de las peores situaciones posibles frente a las exposiciones más típicas que no causan síntomas ni llaman la atención.

Los reportes de caso de los artículos publicados ofrecen más información sobre factores de riesgo, situaciones de exposición y consecuencias relacionadas con la salud. Los detalles abordan los casos individuales y no son representativos de todas las situaciones de exposición.

Pese a sus limitaciones, las fuentes de datos revisadas en este informe son la mejor fuente de información reciente disponible sobre exposiciones agudas a sustancias peligrosas en los Estados Unidos. Si se excluyen los incidentes reportados antes del 2002, este informe proporciona un resumen de la información reciente disponible sobre incidentes de exposición al mercurio metálico y ofrece ejemplos de situaciones posibles de exposición.

12. DISCUSIÓN

El Grupo de Trabajo sobre el Mercurio de la ATSDR y los CDC se formó en respuesta a la orden del Congreso para que la ATSDR evaluara la magnitud de la exposición de los niños al mercurio proveniente de antiguas instalaciones industriales y de otras fuentes en todo el país. Los objetivos específicos fueron: 1) identificar las fuentes asociadas a la exposición al mercurio metálico en niños y 2) describir el lugar, el perfil demográfico y la proporción de niños expuestos o con posibilidad de exposición al mercurio metálico en los Estados Unidos. Estos objetivos se describen más detalladamente en las secciones 12.1 y 12.2.

12.1. Identificación de las fuentes asociadas a la exposición al mercurio metálico

Mediante la presente revisión de las fuentes de datos y de los artículos científicos publicados, se encontró que los niños son el grupo de la población expuesto con más frecuencia cuando hay un manejo indebido del mercurio o cuando no se limpia adecuadamente un derrame.

Los niños enfrentan una posible exposición al mercurio cuando lo sustraen, lo recogen o lo obtienen de fuentes como laboratorios de ciencias escolares, equipo médico o eléctrico o instalaciones industriales [Azziz-Baumgartner et al. 2007; Baughman 2006; CDC 2005a, b; Gordon 2004; Tominack et al. 2002].

La exposición a pequeños derrames por la ruptura de termómetros constituye la situación más frecuente, con base en los informes consultados en la AAPCC Caravati et al. [2008] informaron que las exposiciones a los termómetros de mercurio reportadas a la AAPCC disminuyeron 48% del 2001 al 2005. Esta disminución puede deberse al aumento en la utilización de termómetros que no contienen mercurio. En el 2000, 11 proveedores nacionales emitieron un comunicado conjunto en el que se comprometían a dejar de vender termómetros de mercurio. Además, la empresa fabricante de termómetros de mercurio más grande del país anunció sus planes de suspender la producción de estos artículos [Goldstein 2000]. En el 2008, el programa interestatal sobre educación y reducción de exposiciones al mercurio de la Asociación de Funcionarios de Manejo de Residuos del Noreste (*Northeast Waste Management Officials' Association*), reportó una reducción de 11% en la venta de productos con mercurio del 2001 al 2004 [IMERC 2008].

La venta de algunos productos que contienen mercurio ha disminuido, pero ha aumentado la comercialización de bombillas fluorescentes compactas. Este tipo de bombillas (CFL, por sus siglas en inglés) son productos recomendados por el programa Energy Star de la EPA, porque ahorran energía. Sin embargo, cada bombilla fluorescente contiene una pequeña cantidad de mercurio, con lo que resulta problemático su desecho regular. Dada la posibilidad de que se convierta en una amenaza acumulada la ruptura de una gran cantidad de bombillas fluorescentes o el desecho de un gran número de unidades en los rellenos sanitarios, el público debe aprender la manera correcta de desecharlas y tener un fácil acceso a las instalaciones donde pueda hacerlo.

12.2. Descripción del lugar, el perfil demográfico y la proporción de niños afectados

Las exposiciones al mercurio se dividen en tres categorías principales, con base en el lugar donde ocurren.

Por el orden de frecuencia relativa con que ocurren, estas categorías de exposición comprenden las exposiciones que tienen lugar 1) en el hogar, 2) en la escuela y 3) en otros lugares, como inmuebles industriales donde no se ha realizado una remediación adecuada o establecimientos médicos. En todos estos lugares, la vía de exposición primaria más preocupante es la inhalación del mercurio metálico. Los niños pueden jugar con el mercurio y dispersarlo en más de un lugar, como la casa o la escuela. Una vez dispersado, las gotitas de mercurio se pueden volatilizar y contaminar el aire de los espacios interiores. Puede ser que se respire vapor de mercurio sin saberlo, ya que no posee color ni olor.

El perfil demográfico y la proporción de niños estadounidenses afectados por estas exposiciones no se puede cuantificar directamente usando las variadas fuentes de datos revisadas. La mayoría de las fuentes de datos que recogen información sobre la liberación de sustancias peligrosas no obtienen información en forma sistemática de las personas afectadas. Una situación habitual de exposición implica cantidades de mercurio relativamente pequeñas sin que se reporten casos de enfermedad en seres humanos. No se ha hecho una buena correlación entre los niveles de mercurio en orina o sangre y la gravedad de los síntomas [Cherry et al. 2002; Gattineni et al. 2007; Tominack et al. 2002]. En ocasiones, se han documentado niveles elevados de vapor de mercurio pero raras veces se reportan efectos en la salud después de los pequeños derrames de mercurio (p. ej., ruptura de termómetros para medir la fiebre). De todas maneras, se deben limpiar adecuadas hasta los derrames más pequeños y evitar medidas equívocas como dispersarlo o limpiarlo con la aspiradora. Caravati et al. [2008] no identificaron ningún tipo de toxicidad clínica cuando los pequeños derrames se limpiaron adecuadamente.

Pese a que no se ha caracterizado bien la magnitud del uso del mercurio con fines religiosos, esta utilización puede provocar una exposición crónica al mercurio en las personas que lo manipulan de esta forma y los sucesivos ocupantes de las casas contaminadas. Algunas evidencias indican que los intentos por prohibir el mercurio podrían ocasionar una venta y utilización ilegal, lo que dificultaría que las autoridades de salud local informaran sobre los riesgos de utilizar mercurio y los beneficios de usar productos que no contengan este metal [Riley et al. 2001]. Las personas afectadas son más probablemente miembros de poblaciones minoritarias, lo que intensifica la preocupación sobre las injusticias ambientales en estas comunidades.

13. CONCLUSIONES

Pese a que existen iniciativas que se concentran en las exposiciones crónicas al mercurio que están fuera del control de las personas, este informe se centra en las exposiciones al mercurio metálico que son claramente prevenibles. La reducción de la exposición poblacional a metales pesados como el mercurio, medida en las concentraciones en sangre y orina, es uno de los pilares de las recomendaciones para las metas Gente Saludable 2010 [DHHS 2000].

Si bien no es posible contar con cálculos creíbles sobre la frecuencia de las exposiciones de los niños al mercurio metálico en los Estados Unidos, este tipo de exposiciones ocurre. Los incidentes por lo general son resultado del uso indebido de instrumentos o equipo que contiene mercurio o de una falta de conocimiento sobre los riesgos. Los incidentes de exposición ocurren con más frecuencia en el hogar y la escuela y son una típica consecuencia del uso indebido de los artículos que contienen mercurio. Una situación habitual de posible exposición implica cantidades de mercurio relativamente pequeñas (p. ej., ruptura de un termómetro de mercurio) sin que se reporten casos de enfermedad en seres humanos. Se han documentado niveles elevados de vapor de mercurio después de pequeños derrames, pero rara vez se identifican o notifican efectos demostrados en la salud. Sin embargo, en algunas situaciones, los proveedores de atención médica han identificado exposiciones al mercurio al averiguar los antecedentes de exposición ambiental durante la evaluación de niños que presentan síntomas inespecíficos [Chrysochoou et al. 2003; Solis et al. 2000].

En la medida en que se incrementan los niveles de mercurio liberado, también aumenta el riesgo de exposición dañina. Se necesita coordinar mejor la información de la exposición y de la salud para determinar el número de niños que pueden resultar perjudicados por derrames de mercurio más grandes. No obstante, todos los derrames deben limpiarse en forma adecuada. El sitio web de la EPA sobre derrames, eliminación de desechos y limpieza de sitios contaminados proporciona información útil sobre la limpieza correcta de los derrames de mercurio (<http://www.epa.gov/hg/spills/>).

Las iniciativas para disminuir el número de niños expuestos se han centrado en la reducción o la suspensión de la venta al consumidor de los productos con mercurio, la eliminación del mercurio de los laboratorios de ciencia escolares y la educación del público y de las autoridades docentes sobre la toxicidad de este metal. Estas iniciativas específicas pueden traer un gran beneficio. Por ejemplo, Indiana, Minnesota, Michigan y Wisconsin tienen programas de concientización pública sobre el mercurio que proporcionan orientación y recursos de información sobre la toxicidad del mercurio, la limpieza de los derrames y el desecho adecuado. El Apéndice ofrece información complementaria sobre las iniciativas que pueden reducir la frecuencia de las exposiciones. Esta sección reseña algunas iniciativas actuales para prevenir la exposición al mercurio. También presenta varios recursos útiles para obtener más información sobre los peligros del mercurio y la prevención de las exposiciones.

En varios estados (p. ej., Michigan), las escuelas están obligadas a eliminar la utilización del mercurio en las aulas y en la enfermería escolar [Legislative Council 2001]. Al igual que la eliminación del uso de termómetros de mercurio, los esfuerzos de prevención primaria que se centran en una menor disponibilidad de otras fuentes de mercurio constituyen la mejor forma para proteger a los niños (véase Material complementario). Además, la eliminación de las fuentes de mercurio también suprime los potenciales costos excesivos para las operaciones de limpieza. Si bien los termómetros de mercurio y otros instrumentos con mercurio están siendo reemplazados, muchos recipientes y productos que contienen mercurio siguen presentes en las escuelas, los establecimientos médicos y los hogares, lo que podría causar futuras exposiciones infantiles.

14. REFERENCIAS

Aposhian HV, Bruce DC, Alter W, Dart RC, Hurlbut KM, Aposhian MM. 1992. Urinary mercury after administration of 2,3-dimercaptopropane-1-sulfonic acid: Correlation with dental amalgam score. *FASEBJ* 6(7):2472–2476.

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1998. Public health assessment: Grand Street Mercury Site, Hoboken, Hudson County, New Jersey. Available from: http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/grand/gsm_toc.html [accessed 3 December 2007].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for mercury. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf> [accessed 3 December 2007].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2001a. Health consultation: Residential mercury spills from gas regulators in Illinois (a/k/a NICOR) MT. Prospect, Lake County, Illinois. Available from: http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/resmerc/nic_p1.html [accessed 1 December 2008].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2001b. Health consultation: West Grand Boulevard mercury spill. Available from: [http://www.michigan.gov/documents/West_Grand_Bldv_\(Blood_Pressure_Instrument\)_102584_7.pdf](http://www.michigan.gov/documents/West_Grand_Bldv_(Blood_Pressure_Instrument)_102584_7.pdf) [accessed 1 May 2008].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2001c. Summary report hair analysis panel discussion: Exploring the state of the science. Available from: http://www.atsdr.cdc.gov/hac/hair_analysis/index.html [accessed 5 September 2008].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2003. Health consultation: Mercury exposures from 3M Tartan brand floors—Westerville Schools, Westerville, Franklin County, Ohio. Available from: http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/PHA/westerville/wes_toc.html [accessed 3 December 2007].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2004. Health consultation: Mid-Michigan mercury floor, Middleton Gratiot County, Michigan. Available from: [http://www.michigan.gov/documents/Middleton_\(mercury_in_flooring\)_102577_7.pdf](http://www.michigan.gov/documents/Middleton_(mercury_in_flooring)_102577_7.pdf) [accessed 3 December 2007].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2006. Health consultation: Salem-Keizer school district 3M flooring - Salem, OR. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/PHA/SalemKeizer-SchoolDistrict/Salem-KeizerSchoolHC071206.pdf> [accessed 15 February 2008].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007a. Hazardous Substances Emergency Events Surveillance. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/HS/HSEES> [accessed 12 October 2007].

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007b. Health consultation: Mercury exposure investigation using serial urine testing and medical records review, Kiddie Kollege. Available from: <http://www.state.nj.us/health/eoh/cehsweb/kiddiekollege/documents/kiddiekollegehc.pdf> [accessed 3 December 2007].

Azziz-Baumgartner E, Lubber G, Schurz-Rogers H, Backer L, Belson M, Kieszak S, et al. 2007. Exposure assessment of a mercury spill in a Nevada school--2004. *Clin Toxicol (Phila)* 45(4):391–395.

Barregard L, Sallsten G, Conradi N. 1999. Tissue levels of mercury determined in a deceased worker after occupational exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 72(3):169–173.

Barregard L, Sallsten G, Schutz A, Attewell R, Skerfving S, Jarvholm B. 1992. Kinetics of mercury in blood and urine after brief occupational exposure. *Arch Environ Health* 47(3):176–184.

Baughman TA. 2006. Elemental mercury spills. *Environ Health Perspect* 114(2):147–152.

Bellinger DC, Trachtenberg F, Barregard L, Tavares M, Cernichiari E, Daniel D, et al. 2006. Neuropsychological and renal effects of dental amalgam in children: a randomized clinical trial. *JAMA* 295(15):1775–1783.

Bronstein AC, Spyker DA, Cantilena LR, Jr., Green J, Rumack BH, Heard SE. 2007. 2006 annual report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS). *Clin Toxicol (Phila)* 45(8):815–917.

Burgess JL. 2007. Editorial on “exposure assessment of a mercury spill in a Nevada school—2004.” *Clin Toxicol (Phila)* 45(4):431.

Caravati EM, Erdman AR, Christianson G, Nelson LS, Woolf AD, Booze LL, et al. 2008. Elemental mercury exposure: An evidence-based consensus guideline for out-of-hospital management. *Clin Toxicol (Phila)* 46(1):1–21.

Carpi A, Chen YF. 2001. Gaseous elemental mercury as an indoor air pollutant. *Environ Sci Technol* 35(21):4170–4173.

[CDC].Centers for Disease Control and Prevention. 2005a. Measuring exposure to an elemental mercury spill--Dakota County, Minnesota, 2004. *MMWR* 54(6):146–149.

[CDC].Centers for Disease Control and Prevention. 2005b. Mercury exposure--Kentucky, 2004. *MMWR* 54(32):797–799.

[CDC] Centers for Disease Control and Prevention. 2005c. Third national report on human exposure to environmental chemicals. Available from: <http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/thirdreport.pdf> [accessed 20 March 2008].

- [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. 2007. National Health and Nutrition Examination Survey. Available from: <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm> [accessed 28 January 2008].
- Cherry D, Lowry L, Velez L, Cotrell C, Keyes DC. 2002. Elemental mercury poisoning in a family of seven. *Fam Community Health* 24(4):1–8.
- Chrysochoou C, Rutishauser C, Rauber-Luthy C, Neuhaus T, Boltshauser E, Superti-Furga A. 2003. An 11-month-old boy with psychomotor regression and auto-aggressive behavior. *Eur J Pediatr* 162(7-8):559–561.
- Cianciola ME, Echeverria D, Martin MD, Aposian HV, Woods JS. 1997. Epidemiologic assessment of measures used to indicate low-level exposure to mercury vapor (Hg). *J Toxicol Environ Health* 52(1):19–33.
- Clarkson TW. 2002. The three modern faces of mercury. *Environ Health Perspect* 110 Suppl 1:11–23.
- [CNN] CNN.com. 2003. D.C. school to reopen after mercury spill. Available from: <http://www.cnn.com/2003/EDUCATION/11/04/mercury.spill.school.ap/>. [accessed 26 June 2008].
- Davis JA, Runkle KD. 2004. Reducing the risk of chemical exposures in schools. *J Environ Health* 67(5):9–13.
- DeRouen TA, Martin MD, Leroux BG, Townes BD, Woods JS, Leitao J, et al. 2006. Neurobehavioral effects of dental amalgam in children: a randomized clinical trial. *JAMA* 295(15):1784–1792.
- [DHHS] U.S. Department of Health and Human Services. 2000. Healthy People 2010. Chapter 8: Environmental health section 8.25e. Available from: http://www.healthypeople.gov/Document/HTML/Volume1/08Environmental.htm#_Toc490564716 [accessed 25 September 2008].
- [EPA] U.S. Environmental Protection Agency. 2002. Task force on ritualistic uses of mercury report. Available from: <http://www.epa.gov/superfund/community/pdfs/mercury.pdf> [accessed 26 June 2008].
- Garetano G, Stern AH, Robson M, Gochfeld M. 2008. Mercury vapor in residential building common areas in communities where mercury is used for cultural purposes versus a reference community. *Sci Total Environ* 397(1-3):131–139.
- Gattineni J, Weiser S, Becker AM, Baum M. 2007. Mercury intoxication: Lack of correlation between symptoms and levels. *Clin Pediatr (Phila)* 46(9):844–846.
- Goldstein A. 2000. District joins effort to liquidate mercury. *Washington Post*. September 27:Sect. B:2.
- Gordon AT. 2004. Short-term elemental mercury exposures at three Arizona schools: Public health lessons learned. *J Toxicol Clin Toxicol* 42(2):179–187.
- Hryhorczuk D, Persky V, Piorkowski J, Davis J, Moom-ey CM, Krantz A, et al. 2006. Residential mercury spills from gas regulators. *Environ Health Perspect* 114(6):848–852.
- Hudson PJ, Vogt RL, Brondum J, Witherell L, Myers G, Paschal DC. 1987. Elemental mercury exposure among children of thermometer plant workers. *Pediatrics* 79(6):935–938.
- Hursh JB, Cherian MG, Clarkson TW, Vostal JJ, Mallie RV. 1976. Clearance of mercury (HG-197, HG-203) vapor inhaled by human subjects. *Arch Environ Health* 31(6):302–309.
- Hursh JB, Clarkson TW, Miles EF, Goldsmith LA. 1989. Percutaneous absorption of mercury vapor by man. *Arch Environ Health* 44(2):120–127.
- [IMERC] Interstate Mercury Education and Reduction Clearinghouse. 2008. 11 percent reduction in mercury use in products in the U.S. from 2001 to 2004, according to IMERC/NEWMOA report. Available from: http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/mercuryinproducts_pressrelease.doc [accessed 8 July 2008].
- Johnson C. 1999. Elemental mercury use in religious and ritualistic practices in Latin American and Caribbean communities in New York. *Popul Environ* 20(5):443–453.
- Johnson CL. 2004. Mercury in the environment: Sources, toxicities, and prevention of exposure. *Pediatr Ann* 33(7):437–442.
- Jonsson F, Sandborgh-Englund G, Johanson G. 1999. A compartmental model for the kinetics of mercury vapor in humans. *Toxicol Appl Pharmacol* 155(2):161–168.
- [JSI] John Snow Inc. 2003. Ritual use of mercury (azogue) assessment and education project. Available from: http://www.jsi.com/Managed/Docs/Publications/EnviroHealth/MercuryAssessment_Report.pdf [accessed 11 February 2008].
- Kingman A, Albertini T, Brown LJ. 1998. Mercury concentrations in urine and whole blood associated with amalgam exposure in a U.S. military population. *J Dent Res* 77(3):461–471.
- Legislative-Council, State of Michigan. 2001. The revised school code (EXCERPT) Act 451 of 1976. Available from: [http://www.legislature.mi.gov/\(S\(ua3api45jdawkf453cwmxw45\)\)/mileg.aspx?page=getObject&objectName=mcl-380-1274b](http://www.legislature.mi.gov/(S(ua3api45jdawkf453cwmxw45))/mileg.aspx?page=getObject&objectName=mcl-380-1274b) [accessed 13 March 2008].
- Link B, Gabrio T, Piechotowski I, Zollner I, Schwenk M. 2007. Baden-Wuerttemberg environmental health survey (BW-EHS) from 1996 to 2003: Toxic metals in blood and urine of children. *Int J Hyg Environ Health* 210(3-4):357–371.

- Lowry LK, Rountree PP, Levin JL, Collins S, Anger WK. 1999. The Texarkana mercury incident. *Tex Med* 95(10):65–70.
- [MDEQ] Michigan Department of Environmental Quality. 2007. Mercury P2. Available from: http://www.michigan.gov/deq/0,1607,7-135-3307_29693_4175---,00.html [accessed 10 December 2007].
- [MPCA] Minnesota Pollution Control Agency. 2006. Minnesota's mercury initiative. Available from: <http://proteus.pca.state.mn.us/air/mercury-mn.html#initiative> [accessed 10 December 2007].
- Newby AC, Riley DM, Leal-Almeraz TO. 2006. Mercury use and exposure among Santeria practitioners: Religious versus folk practice in northern New Jersey, USA. *Ethn Health* 11(3):287–306.
- [NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 1995. Report to congress on workers' home contamination study conducted under the Workers' Family Protection Act (29 U.S.C. 671a). Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/contamin.html> [accessed 22 February 2008].
- [NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 2006. School chemistry laboratory safety guide. Available from: <http://www.cdc.gov/pubs/niosh.aspx> [accessed 28 February 2008].
- [NJDEP] New Jersey Department of Environmental Protection. 2008. Decision document final remedial selection report. Accutherm, INC. Site Franklin Township, Gloucester County, New Jersey. Available from: http://www.state.nj.us/dep/srp/community/sites/accutherm/accutherm_dd.pdf [accessed 15 September 2008].
- Orloff KG, Ulirsch G, Wilder L, Block A, Fagliano J, Pasquale J. 1997. Human exposure to elemental mercury in a contaminated residential building. *Arch Environ Health* 52(3):169–172.
- Ozuah PO, Lesser MS, Woods JS, Choi H, Markowitz M. 2003. Mercury exposure in an urban pediatric population. *Ambul Pediatr* 3(1):24–26.
- Putman J, Madden R. 1972. Quicksilver and slow death. *National Geographic Magazine*: 506–527.
- Rennie AC, McGregor-Schuerman M, Dale IM, Robinson C, McWilliam R. 1999. Mercury poisoning after spillage at home from a sphygmomanometer on loan from hospital. *BMJ* 319(7206):366–367.
- Riley DM, Newby CA, Leal-Almeraz TO, Thomas VM. 2001. Assessing elemental mercury vapor exposure from cultural and religious practices. *Environ Health Perspect* 109(8):779–784.
- Roels HA, Boeckx M, Ceulemans E, Lauwerys RR. 1991. Urinary excretion of mercury after occupational exposure to mercury vapor and influence of the chelating agent meso-2,3-dimercaptosuccinic acid (DMSA). *Br J Ind Med* 48(4):247–253.
- Rogers HS, Jeffery N, Kieszak S, Fritz P, Spliethoff H, Palmer CD, et al. 2008. Mercury exposure in young children living in New York City. *J Urban Health* 85(1):39–51.
- Rogers HS, McCullough J, Kieszak S, Caldwell KL, Jones RL, Rubin C. 2007. Exposure assessment of young children living in Chicago communities with historic reports of ritualistic use of mercury. *Clin Toxicol (Phila)* 45(3):240–247.
- Rytuba JJ. 2000. Mercury mine drainage and processes that control its environmental impact. *Sci Total Environ* 260(1-3):57–71.
- Sandborgh-Englund G, Elinder CG, Johanson G, Lind B, Skare I, Ekstrand J. 1998. The absorption, blood levels, and excretion of mercury after a single dose of mercury vapor in humans. *Toxicol Appl Pharmacol* 150(1):146–153.
- [SHP] Sustainable Hospitals Project. 2003. Mercury spills – How much do they cost? Available from: http://www.sustainablehospitals.org/PDF/IP_spills_cost.pdf [accessed 9 September 2009].
- Smart ER. 1986. Mercury vapor levels in a domestic environment following breakage of a clinical thermometer. *Sci Total Environ* 57:99–103.

- Solis MT, Yuen E, Cortez PS, Goebel PJ. 2000. Family poisoned by mercury vapor inhalation. *Am J Emerg Med* 18(5):599–602.
- Taueg C, Sanfilippo DJ, Rowens B, Szejda J, Hesse JL. 1992. Acute and chronic poisoning from residential exposures to elemental mercury--Michigan, 1989-1990. *J Toxicol Clin Toxicol* 30(1):63–67.
- Tominack R, Weber J, Blume C, Madhok M, Murphy T, Thompson M, et al. 2002. Elemental mercury as an attractive nuisance: Multiple exposures from a pilfered school supply with severe consequences. *Pediatr Emerg Care* 18(2):97–100.
- Tunnessen WW, Jr., McMahon KJ, Baser M. 1987. Acrodynia: Exposure to mercury from fluorescent light bulbs. *Pediatrics* 79(5):786–789.
- von Muhlendahl KE. 1990. Intoxication from mercury spilled on carpets. *Lancet* 336(8730):1578.
- Warkany J. 1966. Acrodynia--postmortem of a disease. *Am J Dis Child* 112(2):147–156.
- Wendroff AP. 2005. Magico-religious mercury use in Caribbean and Latino Communities: Pollution, persistence, and politics. *Environ Pract* 7:87–96.
- [WHO] World Health Organization. 1991. Environmental health criteria 118: Inorganic mercury. Available from: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc118.htm> [accessed 6 December 2007].
- [WHO] World Health Organization. 2003. Concise international chemical assessment document 50—Elemental mercury and inorganic mercury compounds: Human health aspects. Geneva, Switzerland: Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals, International Program on Chemical Safety. Available from: <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad50.pdf> [accessed 11 January 2008].
- Wossmann W, Kohl M, Gruning G, Bucsky P. 1999. Mercury intoxication presenting with hypertension and tachycardia. *Arch Dis Child* 80(6):556–557.
- Zayas LH, Ozuah PO. 1996. Mercury use in Espiritismo: A survey of botanicas. *Am J Public Health* 86(1):111–112.

15. APÉNDICE

Tabla 1: Medias geométricas, percentiles específicos y los correspondientes niveles de intervalo de confianza de 95% (IC) para las concentraciones de mercurio en orina ($\mu\text{g/L}$) de las muestras de niños recogidas por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES).

Año de realización de la encuesta	Grupo de edad en años	Tamaño de la muestra	Media geométrica	Percentil específico (95% IC)			
				50	75	90	95
2003–2004	6–11	286	0.254 (0.213–0.304)	0.190 (0.160–0.230)	0.430 (0.330–0.560)	1.14 (0.610–1.61)	1.96 (1.13–2.97)
2003–2004	12–19	722	0.358 (0.313–0.408)	0.320 (0.270–0.360)	0.700 (0.530–0.840)	1.59 (1.13–2.52)	2.83 (1.88–3.66)

Tabla 2: Programas federales, estatales y regionales que recogen información sobre la liberación de sustancias peligrosas.

Fuentes de información	Base de datos	URL de Internet
Agencias federales		
<ul style="list-style-type: none"> • Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultas de salud • Respuestas a emergencias • Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas (HSEES) 	www.atsdr.cdc.gov/HS/HSEES
<ul style="list-style-type: none"> • Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio de información clínica 	www.emergency.cdc.gov/coca/800cdcinfo.asp
<ul style="list-style-type: none"> • Guardia costera de los EE. UU. 	<ul style="list-style-type: none"> • Base de datos del Centro Nacional de Respuesta (NRC) 	www.nrc.uscg.mil/nrcback.html
<ul style="list-style-type: none"> • U.S. Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Información del Superfondo • Lista de Prioridades Nacionales 	www.epa.gov/superfund/sites/siteinfo.htm www.epa.gov/superfund/sites/query/advquery.htm
<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Informe al Congreso acerca del estudio sobre la contaminación del hogar del trabajador, realizado en el marco de la Ley de Protección de la Familia de los Trabajadores (Workers' Family Protection Act o 29 U.S.C. 671a) 	http://www.cdc.gov/niosh/contamin.html
Otras entidades de salud pública reconocidas		
<ul style="list-style-type: none"> • Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Nacional de Datos sobre Intoxicaciones 	www.aapcc.org/dnn/NPDS/tabid/65/Default.aspx
<ul style="list-style-type: none"> • Asociación de Clínicas Ocupacionales y Ambientales (AOEC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades especiales de salud pediátrica ambiental (PEHSU) 	www.aoec.org/PEHSU.htm

Tabla 3: Información general sobre las consultas de salud a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) concernientes a niños expuestos al mercurio metálico (Hg): Documentadas entre 2002–2007 * (N=26).

Año de exposición reportada Título de la Consulta de salud	Estado	Lugar	Liberación estimada de Hg ml	Hg máx. en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nivel de Hg en orina $\mu\text{g}/\text{L}$	Nivel de Hg en san- gre $\mu\text{g}/\text{L}$	Fuente de la exposición al mercurio	URL
2002								
Hayes Middle School	MI	Escuela	-	2	-	≤ 3	Incidente durante demostración en clase de ciencias	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/hayes/hms_p1.html
Hg Spill Assist in Watervliet	MI	Casa	-	5	10	-	Termostato roto	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/watervliet/msa_p1.html
Sarasota Residential Mercury Spill	FL	Casa	237–296	43	4–5	-	Hg encontrado a la orilla de un camino y llevado a casa	http://www.atsdr.cdc.gov/hac/pha/sarasotamercury/srm_p1.htm#sum
Princeton Avenue Mercury Spill	MI	Casa	167	4	-	-	Hg en calentador de fuente desconocida	No disponible
Spectrum Home Care Hg Spill Event	MI	Casa	-	24	ND	-	12 termómetros rotos	http://www.michigan.gov/documents/Spectrum_Home_Care_(thermometer)_102582_7.pdf
2003								
Mobile Medical Hg Spill	FL	Est. Medico	-	10	-	ND	Fuga en calibrador de dispositivo para tomar presión arterial	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/MMIMercurySpill081103/MMIMercurySpill081103HC.pdf
Eastern Clinic Hg Spill	MI	Est. Medico	-	42	-	-	Esfigmomanómetro roto	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/EasternClinic110503-MI/EasternClinic_HC110503.pdf
Durand Hg Incident	MI	Casa	296–355	-	-	ND	Viales de Hg robados por niños en depósito de chatarra	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/PHA/durandmercury/dmi_toc.html
Rosemore Middle School	OH	Escuela Casa	25	58	-	-	Vial de Hg llevado por un niño de casa a escuela	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/rosemore/rms_p1.html
Hg Exposures from 3M Tartan Brand Floors	OH	Escuela	-	2	-	-	Emanación lenta de vapor de Hg de catalizador de Hg en piso de gimnasio	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/westerville/wes_p1.html
2004								
Locust Grove Hg Response Site	GA	Casa	12	36	-	-	Niños robaron y desmantelaron 2 esfigmomanómetros y llevaron el Hg a casa	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/locustgrove/loc_toc.html
St. Louis Residential Hg Spill	MI	Casa	-	0.1	-	-	Termómetro roto	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/StLouisResidentialIMercury050604-MI/StLouisResidentialIMercuryHC050604.pdf
Benton Harbor Residential Hg Spill	MI	Casa	9–16	>92	-	≤ 29	Esfigmomanómetro roto	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/BentonHarbor102604HC-MI/BentonHarbor102604HC-MI.pdf

Tabla 3: Información general de las Consultas de salud de la ATSDR (continuación)

Año de exposición re- portada Título de la Consulta de salud	Estado	Lugar	Liberación estimada de Hg ml	Hg máx. en aire µg/ m ³ †	Nivel de Hg en orina µg/L	Nivel de Hg en sangre µg/L	Fuente de la exposición al mer- curio	URL
2004 (continuación)								
Charlotte Middle School Hg Incident	MI	Escuela	-	8	-	-	Ruptura de 3 termómetros de 10 pulgadas durante clase de ciencias	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/CharlotteMiddleSchoolMercury072104-MI/CharlotteMidSchool072104-MI.pdf
Mid-Michigan Hg Floor	MI	Escuela	-	0.05	-	-	Emanación lenta de vapores de Hg de catalizador de Hg en piso de gimnasio	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/Mid-MichiganMercuryFloor050604-MI/Mid-MichiganMercuryFloorHC050604.pdf
Rosemont Woods Hg Incident	MN	13 casas 1 carro	700	-	< 10†	< 4 a 13§	Robo de Hg de un sitio industrial por niños que lo distribuyeron a otros niños	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/Rosemount%20Woods%20Mercury%20incident/RosemountWoodsHC071305.pdf
Luxemburg Single Residence Mercury Spill	WI	Casa	-	0.6	-	-	Derrame de Hg de interruptor de termostato roto	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/Luxemburg022305-WI/Luxemburg022305-WI.pdf
Stoughton High School Mercury Spill	WI	Escuela	59	22	≤ 6	-	Derrame accidental de manómetro de cristal con Hg	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/stoughtonhs/shs_p1.html#sum
2005								
El Camino Middle School Hg Spill	CA	Escuela	-	>20	-	-	Estudiante llevó a la escuela 35 mm de Hg en recipiente para rollo fotográfico y jugó con él	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/EI%20Camino%20Mercury%20Spill/EICaminoMercurySpillHC10-04-05.pdf
Hg Contamination in Indoor Air	KY	Casa	-	≥ 50	-	-	Varios viales de Hg almacenados en una casa que pudieron derramarse o se jugó con ellos	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/StateofKYMercury031505-KY/StateofKYMercury031505-KY.pdf
2006								
Kingsford Middle School	MI	Escuela	-	< 3	-	-	Maestro vertió Hg en el escritorio para mostrar a los estudiantes las propiedades físicas. Luego recogió el Hg y se lo llevó a casa.	http://michigan.gov/documents/mdch/Kingsford_Middle_School_spill_225681_7.pdf
Petersburg Hg Site	MI	Casa	-	11	ND	< 4	Se desconoce	http://www.michigan.gov/documents/mdch/Petersburg_HC_home_workshop_225964_7.pdf
Ontonagon High School Hg Release	MI	Escuela	33	9	-	-	Derrame accidental en escuela	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/OntonagonHighSchoolMercurzRelease/OntonagonHighSchoolHC033007.pdf
Hg-Containing Polyurethane Floors in Minnesota Schools	MN	Escuela	-	3	-	-	Emanación lenta de vapor de Hg de catalizador de Hg en piso de gimnasio	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/MercuryVaporReleaseAthleticPolymerFloors/MercuryVaporRelease-FloorsHC092806.pdf

Tabla 3: Información general de las Consultas de salud de la ATSDR (continuación)

Año de exposición reportada Título de la Consulta de salud	Estado	Lugar	Liberación estimada de Hg ml	Hg máx. en aire µg/m ³ †	Nivel de Hg en orina µg/L	Nivel de Hg en sangre µg/L	Fuente de la exposición al mercurio	URL
Kiddie Kollege	NJ	Guardería	-	13	Máx. de 18†	-	Edificación utilizada anteriormente para fabricar termómetros de mercurio	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/KiddieKollege/KiddieKollegeHC061307.pdf
Salem-Keizer School District 3M Flooring	OR	Escuela	-	2	-	-	Emanación lenta de vapor de Hg de catalizador de Hg en piso de gimnasio	http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/SalemKeizerSchoolDistrict/Salem-KeizerSchoolHC071206.pdf

* Las búsquedas que se hicieron en las Consultas de salud se basaron en la fecha de finalización (2002 – 2007). Sin embargo, la exposición real puede haber ocurrido antes del año en que se realizó la Consulta de salud.

† µg/g creatinina

‡ Si se daba más de un nivel de vapor de Hg, la cifra reportada reflejaba el nivel máximo en la zona de respiración o en un espacio habitado. El nivel mínimo de riesgo por la inhalación crónica del mercurio establecido por la ATSDR es 0.2 µg/m³

§ Resultados de los niveles de mercurio en la sangre 2 días después de la exposición.

ND = No detectado

Tabla 4: Características de la Vigilancia de situaciones de emergencia con sustancias peligrosas (HSEES)-Incidentes con mercurio reportados: 2002–2006.*

	N	%		N	%
Incidentes con mercurio	843	100	Tipo de liberación		
Incidentes que afectaron a niños	409	49	Solo derrame	360	88
			Volatilización	6	2
Estado que reportó el incidente			Derrame y volatilización	40	10
<i>Notificación durante todos los 5 años</i>			Incendio	1	<1
Colorado	5	1	No reportado	2	<1
Iowa	8	2			
Luisiana	0	0	Lugar del incidente		
Minnesota	56	14	Residencia privada	307	75
Nueva Jersey	73	18	Escuela	98	24
Nueva York	129	32	Otro†	4	1
Carolina del Norte	5	1			
Oregón	4	1	Factor que contribuyó al incidente		
Texas	6	2	Daños en equipo	27	7
Utah	19	5	Error humano	357	87
Washington	7	2	Liberación intencional o ilegal	18	4
Wisconsin	32	8	Se desconoce	7	2
<i>Notificación durante 4 años</i>					
Missouri	39	10			
<i>Notificación durante 2 años</i>					
Alabama	0	0			
Florida	7	2			
Michigan	16	4			
Misisipi	3	1			

* El total de los porcentajes puede ser superior al 100% por errores al redondear las cifras.
† Incluye propiedad privada que no sea casa (3) o restaurante (1).

Tabla 5: Incidentes con mercurio reportados al Centro Nacional de Respuesta (NRC), por año*: 2002–2007.

Año reportado	Número de incidentes con Hg	Número de incidentes con posible exposición en niños
2002	164	14
2003	98	13
2004	111	22
2005	158	20
2006	142	24
2007	152	20
Totales (2002–2007)	825	113

* Las exposiciones reales pueden haber ocurrido antes del año en que se notificó el derrame.

Tabla 6: Incidentes con mercurio reportados al Centro Nacional de Respuesta con posible exposición en niños, por tipo de lugar: 2002–2007 (N= 113).

Categoría	Número*
Escuela	50
Casa	5
Establecimiento médico o clínica	1
Otro tipo de lugar†	14
Lugar no reportado	45

* Los lugares de exposición no son mutuamente excluyentes; por lo tanto, el número de lugares no representa el total de incidentes reportados (N=113). Además, hay un probable sesgo de lugar debido a los criterios de selección para incluir todos los incidentes en escuelas y guarderías.

† La categoría incluye el nombre de la calle cuando no se pudo determinar el lugar específico (p. ej., la casa o la escuela).

Tabla 7: Número y porcentaje de llamadas a la Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC) no relacionadas con incidentes con termómetros, por subclasificaciones mercuriosas: 2002–2006.*

Año	Mercurio Tipo	Total de llamadas recibidas # (%)	Llamadas sobre niños ≤ 19 años de edad # (%)	Llamadas sobre niños como un porcentaje total de llamadas recibidas
2002				
	Mercurio	3,754 (100)	1,540 (100)	41
	Metálico†	3,577 (95)	1,495 (97)	42
	Inorgánico	34 (1)	11 (1)	32
	Otro‡	143 (4)	34 (2)	24
2003				
	Mercurio	3,292 (100)	1,584 (100)	48
	Metálico†	3,003 (91)	1,494 (94)	50
	Inorgánico	38 (1)	8 (1)	21
	Otro‡	251 (8)	82 (5)	33
2004				
	Mercurio	3,023 (100)	1,440 (100)	48
	Metálico†	2,739 (91)	1,350 (94)	49
	Inorgánico	53 (2)	16 (1)	30
	Otro‡	231 (8)	74 (5)	32
2005				
	Mercurio	3,051 (100)	1,213 (100)	40
	Metálico†	2,639 (86)	1,109 (91)	42
	Inorgánico	54 (2)	8 (1)	15
	Otro‡	358 (12)	96 (8)	27
2006				
	Mercurio	2,619 (100)	999 (100)	38
	Metálico†	2,420 (92)	948 (95)	39
	Inorgánico	26 (1)	7 (1)	27
	Otro‡	173 (7)	44 (4)	25
Total por todos los 5 años (2002–2006)				
	Mercurio	15,739 (100)	6,776 (100)	43
	Metálico†	14,378 (91)	6,396 (94)	44
	Inorgánico	205 (1)	50 (1)	24
	Otro‡	1,156 (7)	330 (5)	29

* La suma de los totales de los porcentajes puede no ser igual a cero por errores al redondear.

† No incluye amalgamas o termómetros

‡ Incluye amalgamas, mercurio orgánico, “desconocido,” etc.

Tabla 8: Número y porcentaje de llamadas a la Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC) relacionadas con la exposición de personas a termómetros de mercurio: 2002–2006.

Año	Tipo de Termómetro	Total de llamadas recibidas	Llamadas sobre niños ≤ 19 años de edad	Llamadas sobre niños como porcentaje total de llamadas recibidas
2002	Común de mercurio	12,466	8,450	68
	Basal	650	471	72
	Máxima-mínima	668	449	67
	Oral para fiebre	625	381	61
	Rectal para bebé	492	346	70
	De cristal amarillo	10	7	70
	Mercurio metálico	6	4	67
2003	Común de mercurio	10,136	7,137	70
	Basal	467	327	70
	Máxima-mínima	371	241	65
	Oral para fiebre	509	350	69
	Rectal para bebé	307	213	69
	De cristal amarillo	7	5	71
	Mercurio metálico	2	1	50
2004	Común de mercurio	6,432	4,486	70
	Basal	325	210	65
	Máxima-mínima	302	189	63
	Oral para fiebre	374	259	69
	Rectal para bebé	176	132	75
	De cristal amarillo	3	3	100
	Mercurio metálico	3	1	33
2005	Común de mercurio	5,472	3,650	67
	Basal	314	194	62
	Máxima-mínima	183	126	69
	Oral para fiebre	364	259	71
	Rectal para bebé	157	103	66
	De cristal amarillo	2	0	0
	Mercurio metálico	2	1	50
2006	Común de mercurio	3,538	2,349	66
	Basal	243	153	63
	Máxima-mínima	171	96	56
	Oral para fiebre	318	218	69
	Rectal para bebé	127	78	61
	De cristal amarillo	9	2	22
	Mercurio metálico	1	0	0
Total por todos los 5 años (2002–2006)				
	Común de mercurio	38,044	26,072	69
	Basal	1,999	1,355	68
	Máxima-mínima	1,695	1,101	65
	Oral para fiebre	2,190	1,467	67
	Rectal para bebé	1,259	872	69
	De cristal amarillo	31	17	55
	Mercurio metálico	14	7	50

Tabla 9: Artículos científicos revisados por pares que reportan exposiciones al mercurio metálico (Hg) que afectaron a niños de los EE. UU.: publicados entre 2002–2007.

Año de exposición	Lugar de la exposición	Cant. de Hg derramado ml	# de niños expuestos	Edad	Duración de la exposición	Fuente de la exposición al mercurio	Niveles de vapor de mercurio ⁶ µg/m ³	Hg en sangre µg/L	Hg en orina µg/L	Síntomas reportados	Referencias
No reportado*	Casa Carro Escuela	180–480	v	2–18	1 mes	Un joven hurtó Hg de una escuela, lo repartió a otros jóvenes y el Hg fue dispersado en casas y escuela.	1,764 en 1 casa 143 en 1 automóvil <3 en una escuela	-	≤ 428	Espalda, piernas, articulaciones, estómago, dolores musculares, micción dolorosa, estreñimiento, sudores nocturnos, descamación en pies y dedos, enrojecimiento de las manos, sarpullido, descanso insuficiente, edema, descamación de las palmas, dolor en la ingle, impotencia, síndrome de Guillain-Barre, dolores de cabeza, hipertensión arterial, insomnio, acrodinia.	Tominack 2002
NR	Casa	Se desconoce	1	8	4 meses	Se descubrió mercurio goteando del extractor de aire de la estufa	6.5	-	12	Dolor y debilidad motora en ambas extremidades inferiores, sensación de ardor en manos y pies, dolor de cabeza, mareos, náuseas, estreñimiento, falta de apetito, marcha inestable e irritabilidad.	Gattineni 2007
1993	Casa	33	4	10–17	1 mes	Un joven hurtó Hg de una escuela. El joven y sus hermanos jugaron con el Hg en la casa y se lo aplicaron en la piel.	110–140 4 meses después de la exposición inicial	-	586–1,348	Incapacidad para caminar o mantenerse de pie, convulsiones, sarpullidos, náusea, vómitos, fiebre, heces melanóticas con sangre roja brillante y paro respiratorio.	Baughman 2006
1994	Casa	33	Varios niños	NR	2 horas	Niños jugaron con un instrumento médico roto que contenía Hg.	Hasta 30	-	-	No reportado	

Tabla 9: Artículos científicos revisados por pares (continuación)

Año5 de Ex- posición	Lugar de la ex- posición	Cant. de Hg derramado ml	Núm. de Niños Ex- puestos	Edad	Duración de la ex- posición	Fuente de la exposición al mercurio	Niveles de vapor de mercurio ⁶ µg/m ³	Hg en sangre µg/L	Hg en orina µg/L	Reportados Síntomas	Referencias
1998	Escuela Casa	30	182	Adolescente	Minutos a 3 días	Un joven hurtó Hg del laboratorio de ciencias de una escuela. Vendió el Hg a otros estudiantes y algunos de estos se lo llevaron a casa.	< 5-702 en la escuela	20-32	≤ 0.20	Dolor de cabeza, comezón, dolor de garganta, tos, dolor abdominal, náusea, mareos, secreción nasal, diarrea, disnea, vómito, fiebre, gusto metálico, dolor torácico.	Gordon 2005
1998	Escuela Casa	30	74	11-18 años	≤ 16 días	Un joven hurtó Hg del laboratorio de ciencias de una escuela. Repartió Hg a otros estudiantes y algunos se lo llevaron a casa.	<5 en la escuela			No reportado	
1998	Escuela Casa	Se desconoce	18	No reportado	No	No reportado	11-30			No reportado	
2000 y antes	1.363 Casas	≤ 10 por casa	No reportado	No reportado	No reportado	Derrame de Hg durante la remoción de un regulador de gas.	27 - 78 en una casa	16 para un niño	10-263	Dolores de cabeza, sarpullido.	Hryhorczuk 2006
2000	Casa	NR	5	3-16	≤ 9 meses	Los antiguos ocupantes de una casa móvil dejaron un recipiente con Hg en el armario. Se cree que el recipiente se derramó en la alfombra.	No reportado	295	600-2,940 µg/24-hora en muestra	Pérdida de peso, coqueo, ataxia, irritabilidad, regresión en el habla, taquicardia, hipertensión.	Cherry 2002

Tabla 9: Artículos científicos revisados por pares (continuación)

Año de exposición	Lugar de la exposición	Cant. de Hg derramado ml	Núm. de Niños Expuestos	Edad	Duración de la exposición	Fuente de la exposición al mercurio	Niveles de vapor de mercurio ⁶ µg/m ³	Hg en Sangre µg/L	Hg en la orina µg/L	Reportados Síntomas	Referencias
2003	Escuela Casa	NR	1,000	Adolescente	NR	Un estudiante de 16 años sustrajo Hg de un laboratorio de química. El Hg se dispersó en la escuela y varias casas.	No reportado	No reportado	No reportado	No reportado	Johnson 2000 CNN 2003
2004	Escuela Autobús escolar	60	55	Adolescente	<12 horas	Un joven hurtó Hg de una escuela. Repartió Hg a otros jóvenes, quienes lo dispersaron en la casa y la escuela. Los estudiantes jugaron con Hg en el autobús escolar y la escuela.	>50	No reportado	Media 0.36	Respiratorios	Azziz-Baumgartne 2004
2004	Ambiente exterior Casa	701	14	6–16 años	<2 horas	Un joven hurtó Hg de una instalación industrial. Le dio Hg a otros jóvenes y estos jugaron con el metal.	0.06 a 50	< 4 a 13	3–<102	Tos, pérdida del apetito.	CDC 2005b

Tabla 9: Artículos científicos revisados por pares (continuación)

Año de exposición	Lugar de la exposición	Cant. de Hg derramado ml	Núm. de Niños Expuestos	Edad	Duración de la exposición	Fuente de la exposición al mercurio	Niveles de vapor de mercurio ⁶ µg/m ³	Hg en Sangre µg/L	Hg en la orina µg/L	Reportados Síntomas ¹	Referencias
2004	Autobús escolar Escuela Casa	Se desconoce	15 en la escuela 6 en la casa	Adolescente	<1 día en la escuela 15 meses en la casa	Un joven hurtó Hg de un consultorio dental y lo llevó a la escuela. Le dio Hg a otros jóvenes y estos jugaron con el metal.	5.3 a 36.6 en la escuela >50	32-723	28-496	Sarpullidos, dolores de cabeza, taquicardia, hipertensión, descamación de plantas de los pies y palmas de las manos, diaforesis, mialgia, insomnio, vómitos y cambios conductuales y psiquiátricos.	CDC 2005c

* NR = No reportado

1 No todos los niños expuestos manifestaron síntomas

2 µg/g creatinina

3 Incluye adultos

4 µg/ml

5 Se presenta el año de exposición en lugar del año de publicación; en algunos casos, la exposición ocurrió varios años antes de la publicación.

6 Nivel mínimo de riesgo por la inhalación crónica del mercurio establecido por la ATSDR es 0.2 µg/m³.

Figura 1a: Contaminación con mercurio en paneles del piso de una casa.



Fotografía y más información disponible en http://www.epaosc.net/site_profile.asp?site_id=3372

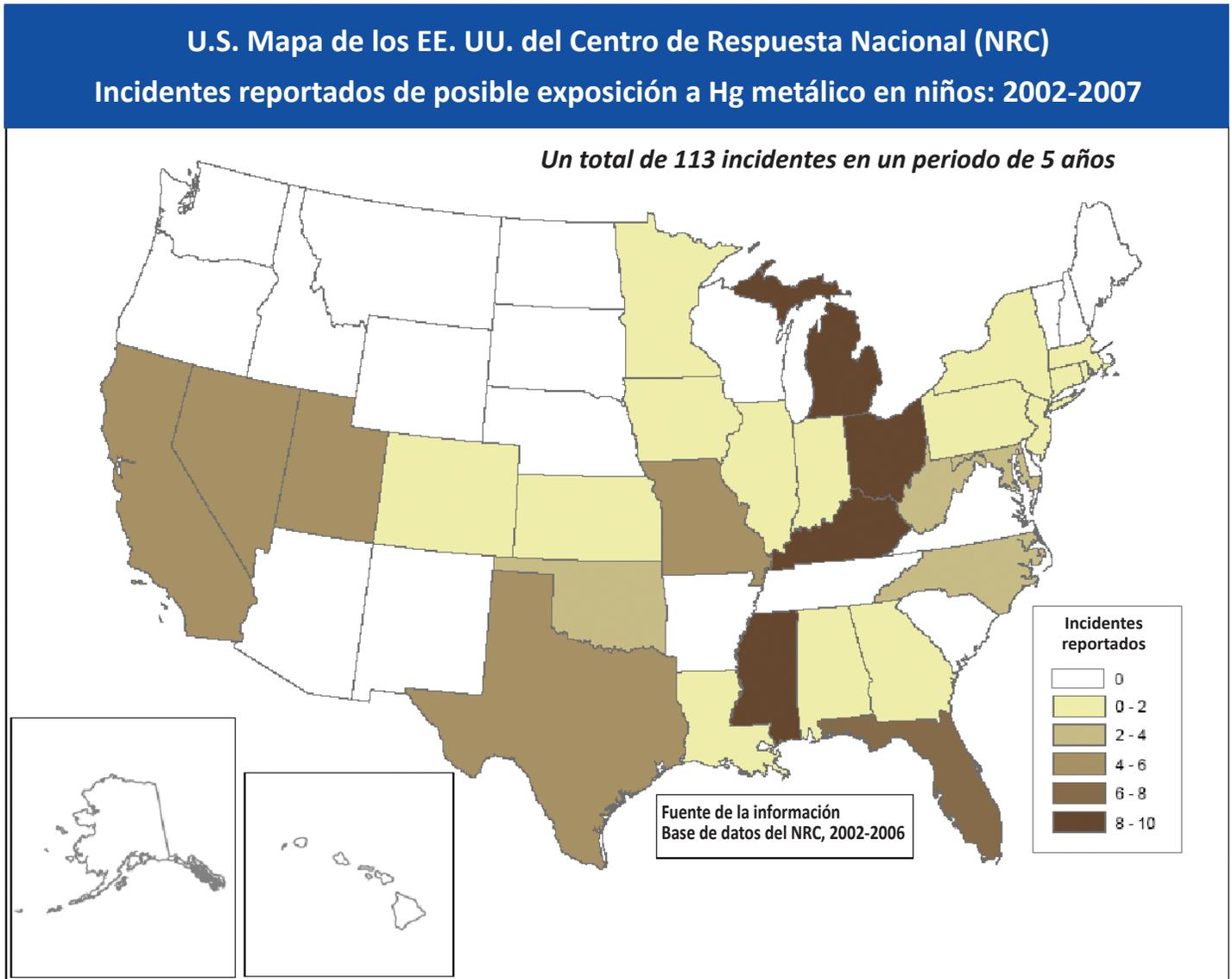
Consultada el 27 de febrero, 2008

Figura 1b: Contaminación con mercurio cerca de una estufa de calefacción residencial.



Fotografía proporcionada por el Departamento de Salud Pública de Michigan

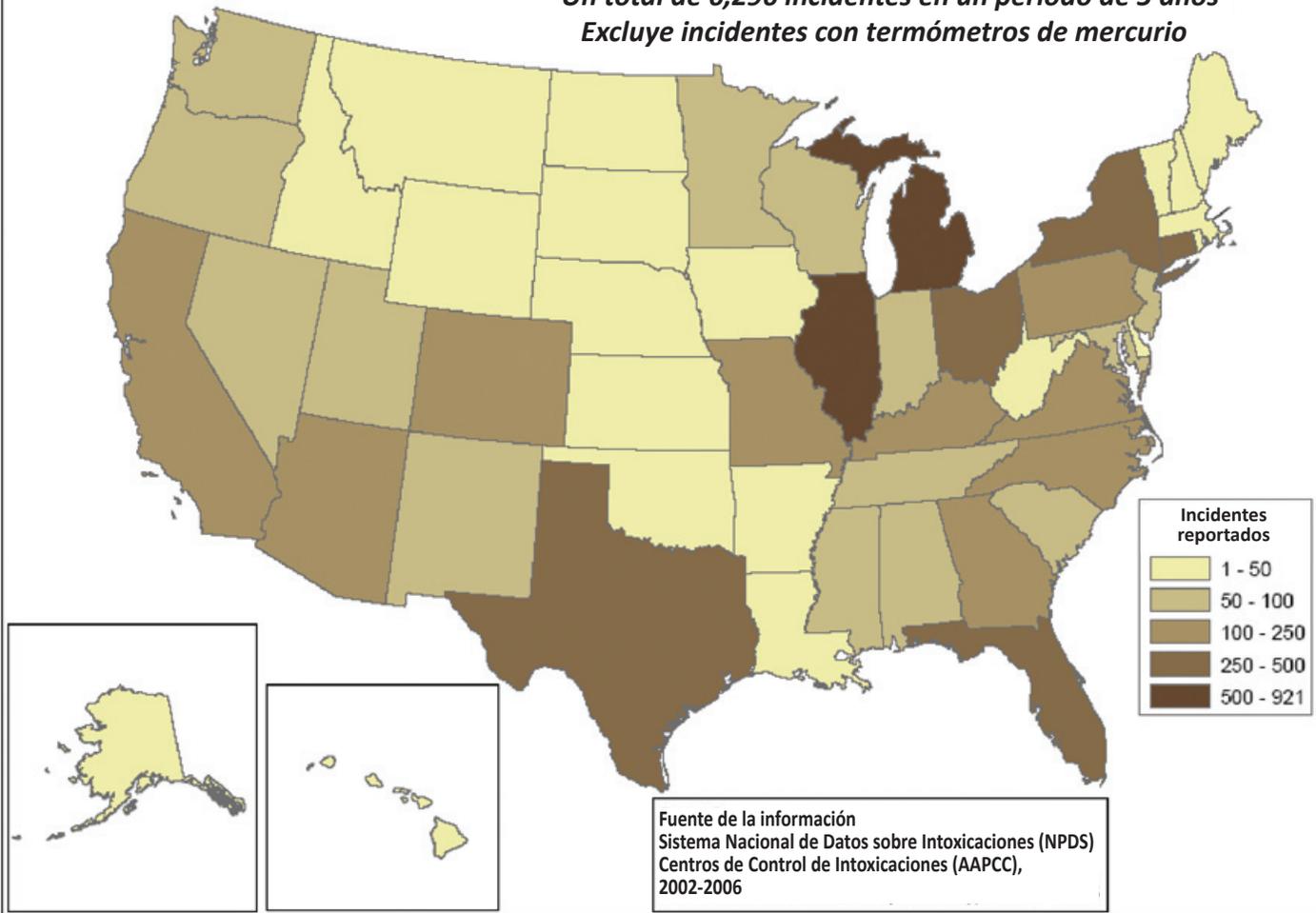
Figura 2: Mapas de los Estados Unidos que ilustran los incidentes con mercurio (Hg) con posible exposición de niños a Hg metálico con base en los informes del Centro Nacional de Respuesta (NRC) y las llamadas por incidentes con Hg metálico a la Asociación Americana de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC), por estado.



Los incidentes registrados por el NRC representan posibles exposiciones en niños. Los estados con más llamadas puede ser que reflejen una mayor concientización de los riesgos del Hg y, por consiguiente, más cantidades de notificaciones.

Incidentes reportados a la AAPCC sobre posibles exposiciones de niños al mercurio metálico del 2002 al 2006 por estado

*Un total de 6,296 incidentes en un periodo de 5 años
Excluye incidentes con termómetros de mercurio*



Los incidentes registrados por la AAPCC representan llamadas a esta asociación. Las llamadas múltiples pueden referirse a uno o más incidentes de exposición al Hg. Los estados con más llamadas puede ser que reflejen una mayor concientización de los peligros del Hg y, por consiguiente, más cantidad de notificaciones.

Figura 3: Frecuencia de consultas relacionadas con mercurio reportadas a las Unidades especiales de salud pediátrica ambiental de los EE. UU. (PEHSU) (N=11) en las que se conocía la edad del niño en cuestión (N=225).

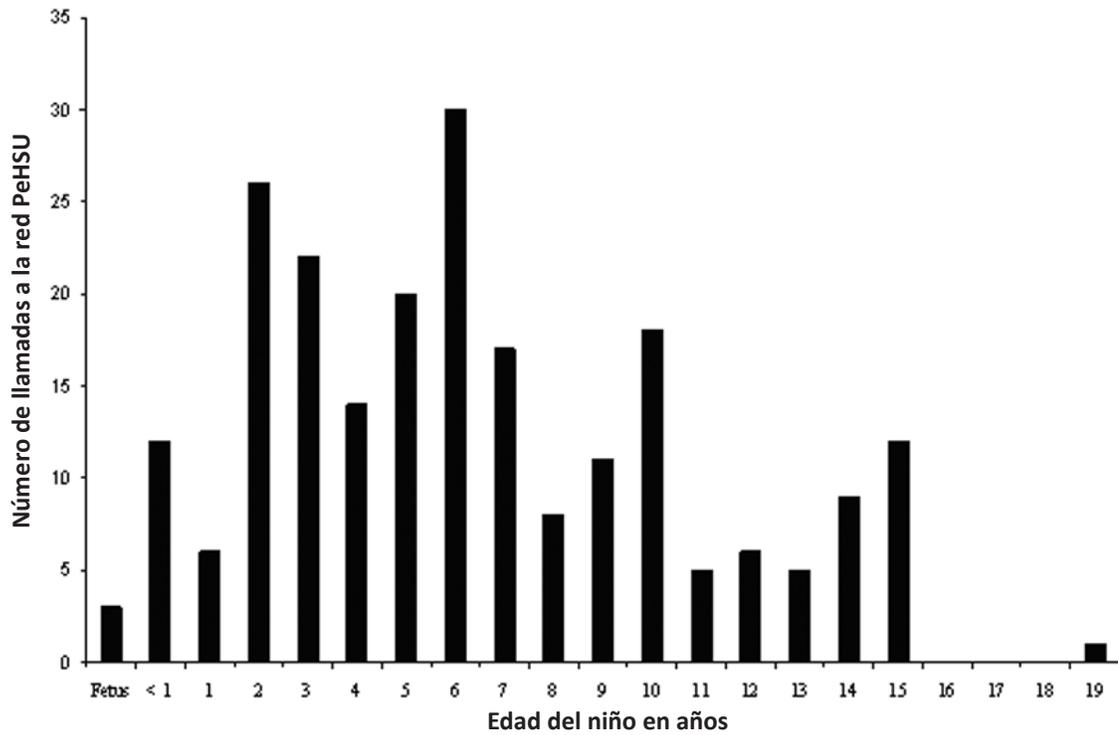
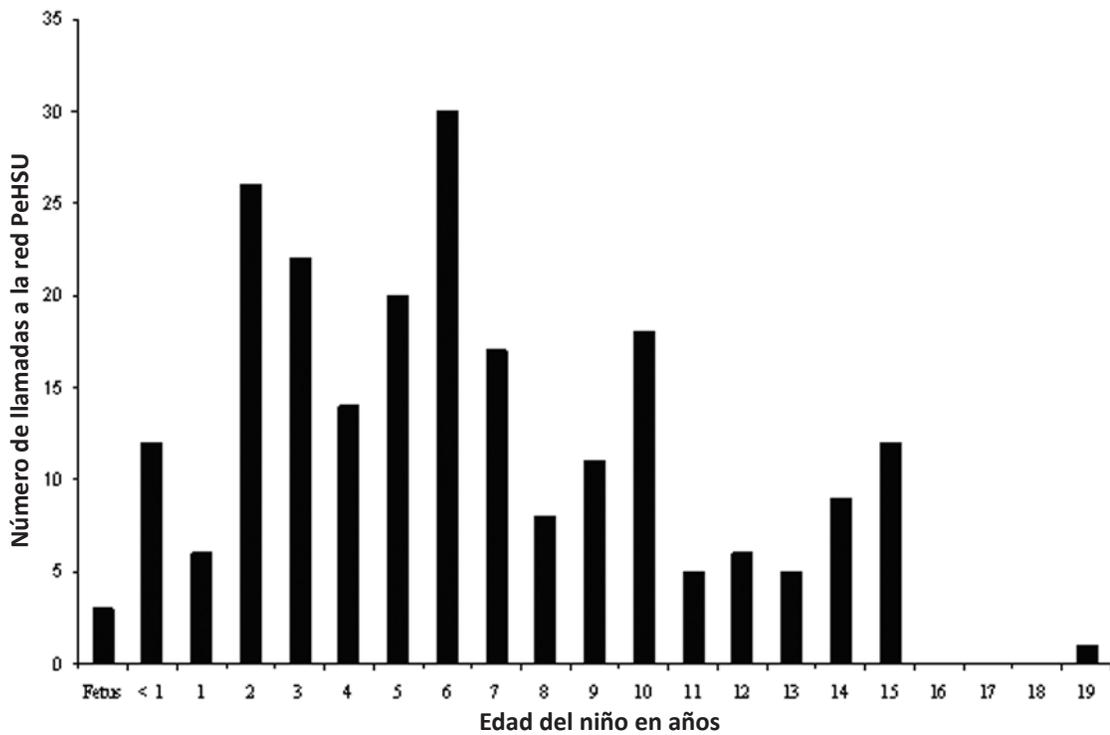


Figura 4: Frecuencia de consultas relacionadas con mercurio reportadas a las Unidades especiales de salud pediátrica ambiental de los EE. UU. (PEHSU) (N=11), por lugar de la exposición (N=145).



Material complementario

Iniciativas que pueden reducir la frecuencia de las exposiciones

Para analizar más a fondo la magnitud de la exposición de los niños al mercurio en antiguas instalaciones industriales y otras fuentes a lo largo del país, el grupo de trabajo revisó y describió varias iniciativas en marcha y recursos disponibles que pueden afectar la aparición y la frecuencia de estos incidentes. Esta lista no se hizo con fines exhaustivos.

Iniciativas en curso para reducir la exposición al mercurio metálico

Varias iniciativas federales y estatales tienen un efecto en la posible exposición de los niños al mercurio.

Iniciativas federales. En el 2002, el Congreso aprobó la Ley de alivio de responsabilidad de los pequeños negocios y de revitalización de *Brownfields* (*Small Business Liability Relief and Brownfields Revitalization*), estableciendo fondos para patrocinar actividades de revitalización de antiguas zonas industriales administradas por la EPA. Las antiguas zonas industriales (*brownfields*) se definen en el estatuto como “bienes inmuebles, cuya expansión, revitalización o reutilización puede verse afectada por la presencia o la posible presencia de sustancias peligrosas o contaminantes”. El programa *Brownfields* de la EPA otorga fondos a gobiernos estatales, tribales y locales y a organizaciones sin fines de lucro para evaluar y limpiar las antiguas instalaciones o *brownfields* que reúnan los requisitos, incluso aquellas que hayan resultado contaminadas con mercurio a través de actividades industriales o desechos ilegales (<http://www.epa.gov/brownfields>). Los estados pueden supervisar las actividades de evaluación y limpieza, cuando corresponda, para asegurar que la limpieza satisface los requisitos estatales”.

Como parte de sus funciones en el programa *Brownfields*, la ATSDR estableció un Comité coordinador de antiguas instalaciones industriales y reutilización del suelo, integrado por la ATSDR, la EPA y socios estatales, para evaluar los efectos que tiene la revitalización de antiguas zonas industriales en la salud pública. Estas actividades de estudio incluyen los efectos mayores que la revitalización puede tener en la salud y en un ambiente sostenible.

En otra iniciativa federal, la ATSDR y sus socios estatales crearon un grupo de trabajo para abordar las preocupaciones sobre la liberación de vapor de mercurio de las cubiertas de pisos. El propósito de este grupo es proporcionar información más detallada sobre efectos ambientales y en la salud humana en el personal y los estudiantes que asisten a las escuelas que tienen pisos de poliuretano con un catalizador de mercurio. Las autoridades de las escuelas locales utilizarán la información obtenida para tomar decisiones informadas sobre gestión de riesgos y para mantener informados adecuadamente a los padres y estudiantes sobre los posibles riesgos a la salud.

El mercurio está presente en muchas escuelas, a menudo en instrumentos como termómetros y barómetros. Las exposiciones accidentales causadas por la ruptura de estos instrumentos o por derrames pueden tener efectos negativos en la salud de los niños. Dado que los derrames de mercurio en las escuelas por lo general son producto de un almacenamiento o un manejo inadecuado de los equipos que contienen este metal, la EPA insta de manera enfática a las escuelas a prevenir los derrames de mercurio mediante la eliminación en sus instalaciones de todo el mercurio y los equipos con mercurio. La campaña de la EPA para eliminar sustancias químicas de las escuelas (*Schools Chemical Cleanout Campaign*) ofrece información y herramientas que ayudan a estos planteles a identificar y remover los suministros y el equipo con mercurio. Se puede encontrar abundante información adicional para las escuelas en el sitio web de la EPA, <http://epa.gov/mercury/schools.htm>.

Iniciativas estatales. Unos cuantos estados han aprobado leyes que tienen que ver con la ubicación de las escuelas y la conversión de inmuebles en planteles escolares. Diez estados tienen leyes que prohíben instalar escuelas en o cerca de fuentes de contaminación, incluyendo sitios contaminados con mercurio. Seis estados exigen evaluaciones ambientales en cualquier sitio donde se vaya a instalar una escuela. Sin embargo, la gran mayoría de los estados todavía no adopta regulaciones como estas.

Para reducir la cantidad de mercurio que ingresa a la corriente de desechos y disminuir la incidencia de derrames y exposiciones, algunos estados han restringido la venta y desecho de productos con mercurio. Por ejemplo, se han promulgado (o propuesto) leyes referidas a la venta o eliminación de dispositivos que contienen mercurio, como termómetros, termostatos, interruptores, relés, instrumentos para medir la presión arterial, aparatos electrónicos, baterías y amalgamas dentales. Algunas leyes regulan específicamente el uso de productos con mercurio en escuelas o establecimientos médicos. La EPA ofrece en su sitio web una tabla que muestra las legislaciones, regulaciones, resoluciones y ordenanzas de condados y ciudades, por estado, en (<http://www.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/mercury/laws.htm>). Actualmente, 45 estados tienen iniciativas sobre el mercurio.

Como un ejemplo de una iniciativa estatal específica, el Departamento de Calidad Ambiental de Michigan ha dado a conocer una estrategia integral para eliminar el uso y la liberación de mercurio. Los detalles de esta iniciativa se pueden consultar en http://www.michigan.gov/documents/deq/MDEQ_MSWG_FinalReportJan2008.pdf_222256_7.pdf. Este plan integral contempla las liberaciones de mercurio en el aire, el suelo y los sitios de desechos y explica las normas, los reglamentos y las actividades de vigilancia de Michigan. El Departamento de Salud Comunitaria de Michigan también ha puesto en funcionamiento un sitio web (www.michigan.gov/mercury) para proporcionar información a propietarios de casas, escuelas, negocios y personal de socorro. A su vez, el Departamento de Salud Comunitaria unió esfuerzos con la AAPCC, la EPA y departamentos de salud locales con el fin de ofrecer información a las comunidades sobre el manejo de derrames.

Además de adoptar leyes que prohíben el uso del mercurio y limitan la disponibilidad de productos con contenido de mercurio en las escuelas, algunos estados han elaborado iniciativas educativas para informar a maestros y estudiantes sobre los daños que pueden causar las exposiciones al mercurio y para asistir en la limpieza de los laboratorios escolares. Por ejemplo, el Departamento de Salud Pública de Illinois tiene un sitio web interactivo de educación sobre el mercurio (<http://app.idph.state.il.us/envhealth/mercury/Default.htm>) que incluye lecciones para maestros, guías sobre qué hacer si ocurre un derrame en el salón de clases y actividades para que los niños aprendan a evitar la exposición. Además, como parte de un programa para reducir en las escuelas los riesgos con sustancias químicas peligrosas como el mercurio, el mismo Departamento de Salud Pública organiza todos los años de 10 a 12 talleres de capacitación para maestros en los que se aborda específicamente los peligros que representa el mercurio [Davis and Runkle 2004]. No todas las iniciativas estatales son tan completas.

Selección de recursos con información para prevenir exposición al mercurio

Los recursos a continuación pueden ser útiles para organizaciones y personas particulares que busquen información sobre prevención de la exposición al mercurio, medidas apropiadas en respuesta a la contaminación ambiental y evaluación y cuidado de los niños expuestos. Este compendio no se propone presentar todo el universo de recursos útiles existentes. Pese a su utilidad en general, la información de fuentes ajenas a los CDC y la ATSDR no ha sido objeto de una revisión formal y no representa ninguna norma o resolución de los CDC o la ATSDR.

Información general. El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente ha creado el sitio web (<http://www.chem.unep.ch/mercury/>) para aumentar el conocimiento sobre temas de salud y medio ambiente relacionados con el mercurio. Este sitio web incluye preguntas y respuestas, enlaces a sitios web

internacionales centrados en el mercurio e informes de un grupo internacional de trabajo sobre la materia. Este sitio web, que no es exclusivo sobre el mercurio metálico, incluye varios recursos útiles y orientación sobre formas de reducir la exposición al mercurio.

Las personas interesadas en saber qué productos contienen mercurio, encontrarán útil la base de datos Interstate Mercury Education & Reduction Clearinghouse's (IMERC) (www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/notification). Este sitio web ofrece información sobre una variedad de productos con mercurio.

La organización llamada Healthcare Without Harm (Cuidados médicos inocuos) tiene un sitio web (<http://www.noharm.org/us/mercury/alternatives>) con recomendaciones en cuanto a opciones de productos que no contienen mercurio (p. ej., termómetros digitales) y sobre cómo poner en marcha esfuerzos colectivos para reducir o eliminar el mercurio de las comunidades.

La Universidad de Wisconsin mantiene el sitio web (<http://www.mercuryinschools.uwex.edu/>) con el objetivo de reducir los efectos de los derrames del mercurio en las escuelas. Este sitio también constituye una entidad de intercambio informativo sobre el mercurio y preocupaciones relacionadas con la salud. Además ofrece lecciones para maestros y enlaces a recursos para abordar problemas de la comunidad asociados al mercurio.

El Departamento de Protección Ambiental de Maine emitió un informe en el 2008 sobre las bombillas fluorescentes compactas titulado "Maine Compact Fluorescent Lamp Study". Se trata de un estudio que evalúa la eficacia de los distintos métodos de limpieza y se puede consultar en: <http://www.maine.gov/dep/rwm/homeowner/cflreport/cflreporttwoapp.pdf>

El Servicio de Información Clínica de los CDC es una línea de atención gratuita (800.CDC.INFO o 800.232.4636) que funciona las 24 horas del día, los 365 días del año. Este servicio disemina de forma rápida materiales e información de salud de los CDC (p.ej., afiches, folletos, CD-ROM) a médicos y al público.

Además, los sitios web de los CDC y la ATSDR tienen numerosos enlaces a información en línea sobre el mercurio. La reseña toxicológica de la ATSDR (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.html#bookmark01>) es un informe revisado por pares que analiza los artículos científicos relevantes con relación a las propiedades toxicológicas del mercurio y sus efectos adversos en la salud. Este documento está dirigido a profesionales de la salud de los ámbitos federal, estatal y local; médicos investigadores; grupos ambientales sin fines de lucro y miembros interesados del público.

La hoja informativa ToxFAQs™ del mercurio (<http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts46.html>) es un documento breve y fácil de leer sobre este metal. Esta hoja, dirigida a la comunidad en general, responde a las preguntas más frecuentes sobre la exposición al mercurio.

La reseña sobre agentes químicos ToxFAQs™ CABS del mercurio (<http://www.atsdr.cdc.gov/cabs/mercury/index.htm>) ofrece información científica sobre el mercurio, relevante y actualizada, a funcionarios públicos, líderes empresariales, ciudadanos preocupados y otras personas que puedan utilizarla en su trabajo.

El Apéndice B de los Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM) sobre Salud Pediátrica Ambiental, de la ATSDR (<http://www.atsdr.cdc.gov/csem/pediatric/appendixb.html>) está diseñado para aumentar en los proveedores de atención primaria sus conocimientos sobre el mercurio en el ambiente y como guía para evaluar una posible exposición de los pacientes pediátricos.

Otro enlace lleva a la Alerta Nacional de la ATSDR y la EPA sobre las exposiciones al mercurio metálico o elemental. La alerta, titulada "*National Alert on Mercury: A Warning about Continuing Patterns of Metallic Mercury Exposure*," se puede consultar en inglés en (<http://www.atsdr.cdc.gov/alerts/970626.html>). Presenta información general sobre el mercurio, los procedimientos de limpieza y la prevención de exposiciones. El material está dirigido a padres de familia y maestros.

La EPA también proporciona un portal web con numerosos materiales de la EPA que se refieren al mercurio (<http://www.epa.gov/mercury>). Este sitio web enlaza a información sobre cómo llevar a cabo la limpieza de derrames de mercurio (<http://www.epa.gov/mercury/spills/index.htm>). Las recomendaciones de este sitio web incluyen medidas de precaución al limpiar los pequeños derrames de mercurio en las casas (p. ej., por termómetros rotos). También ofrece información sobre la eliminación adecuada de productos que contienen mercurio.

Información orientada a las escuelas. La EPA mantiene el sitio web dirigido a las escuelas “Schools and Mercury” (<http://www.epa.gov/mercury/schools.htm>). Su propósito es proporcionar información a los administradores y el personal escolar para reducir eficazmente el riesgo de exposición al mercurio en los centros docentes.

El Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental proporciona un sitio web para los estudiantes: <http://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/lead/docs/ComparingTwoEnvironmentalEvils.pdf>. Este sitio cuenta con lecciones sobre los peligros de la intoxicación con mercurio y compara los efectos en la salud del mercurio y el plomo. La información de estas páginas ofrece recursos útiles para padres, tutores y cuidadores de niños.

En el 2006, NIOSH publicó una guía s la seguridad en los laboratorios de química de las escuelas [NIOSH 2006]. Este documento insta a un manejo adecuado del mercurio en los salones de clase, para ayudar a reducir o mitigar muchos derrames del metal en las escuelas como los notificados en varias bases de datos.